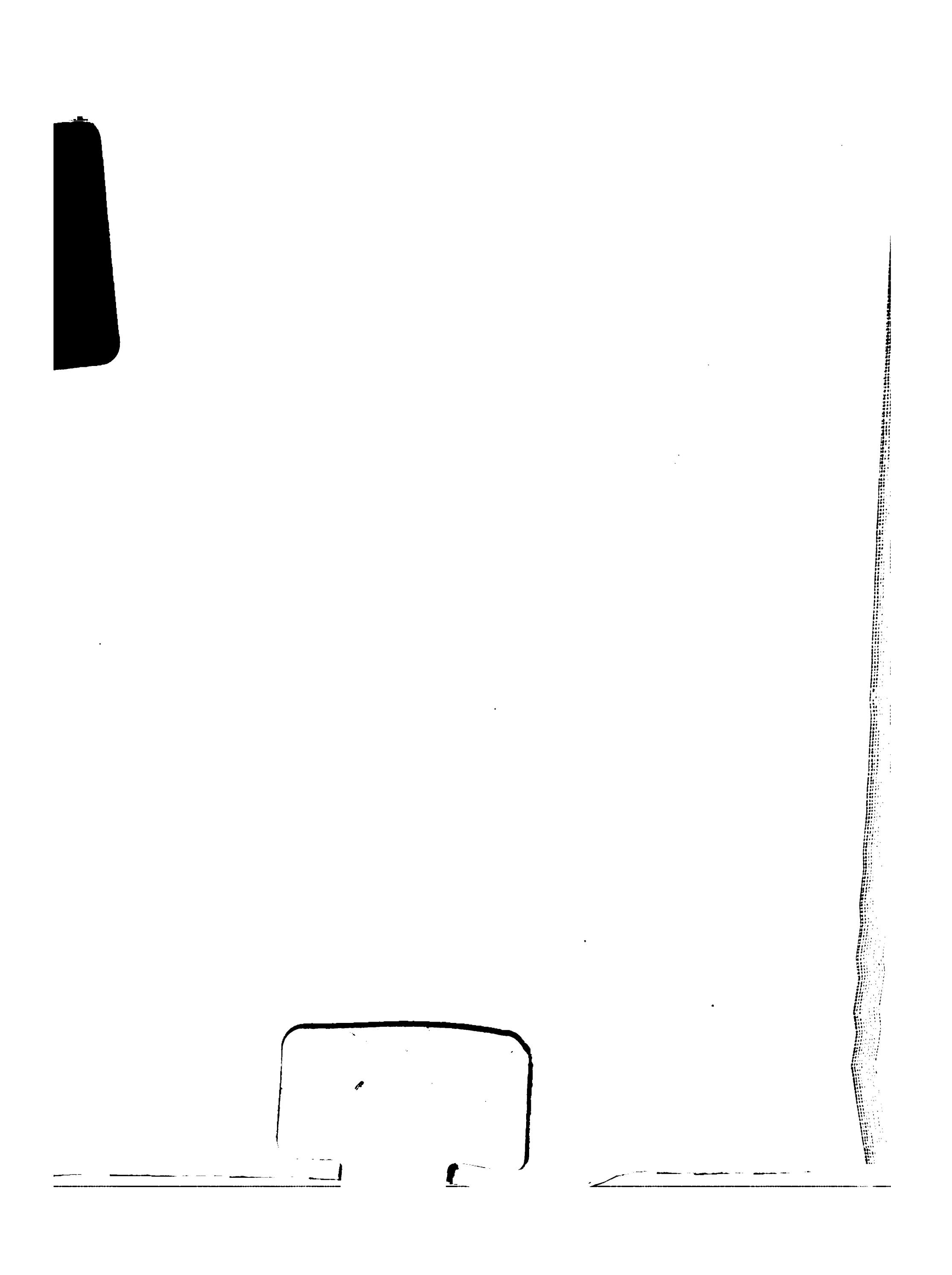
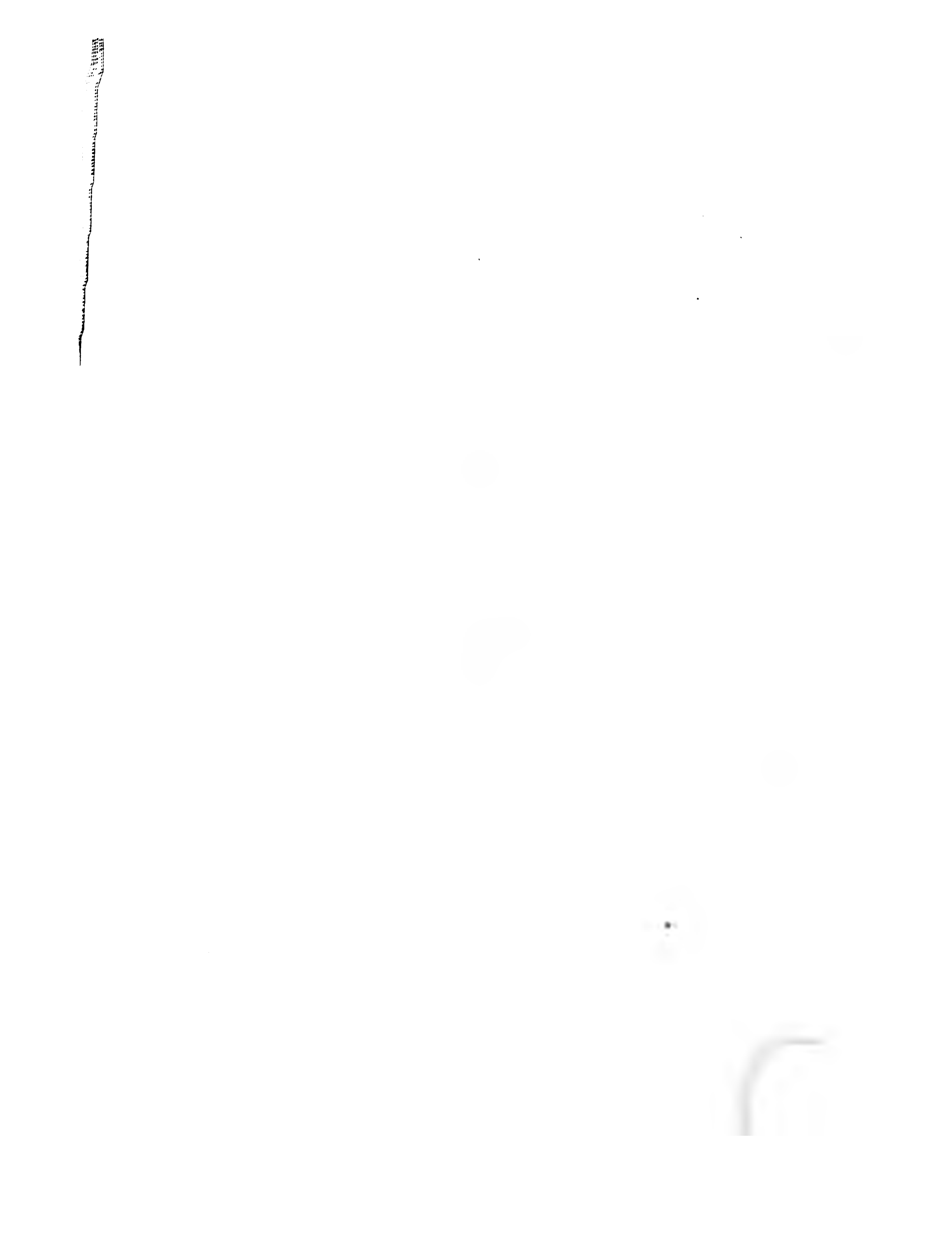
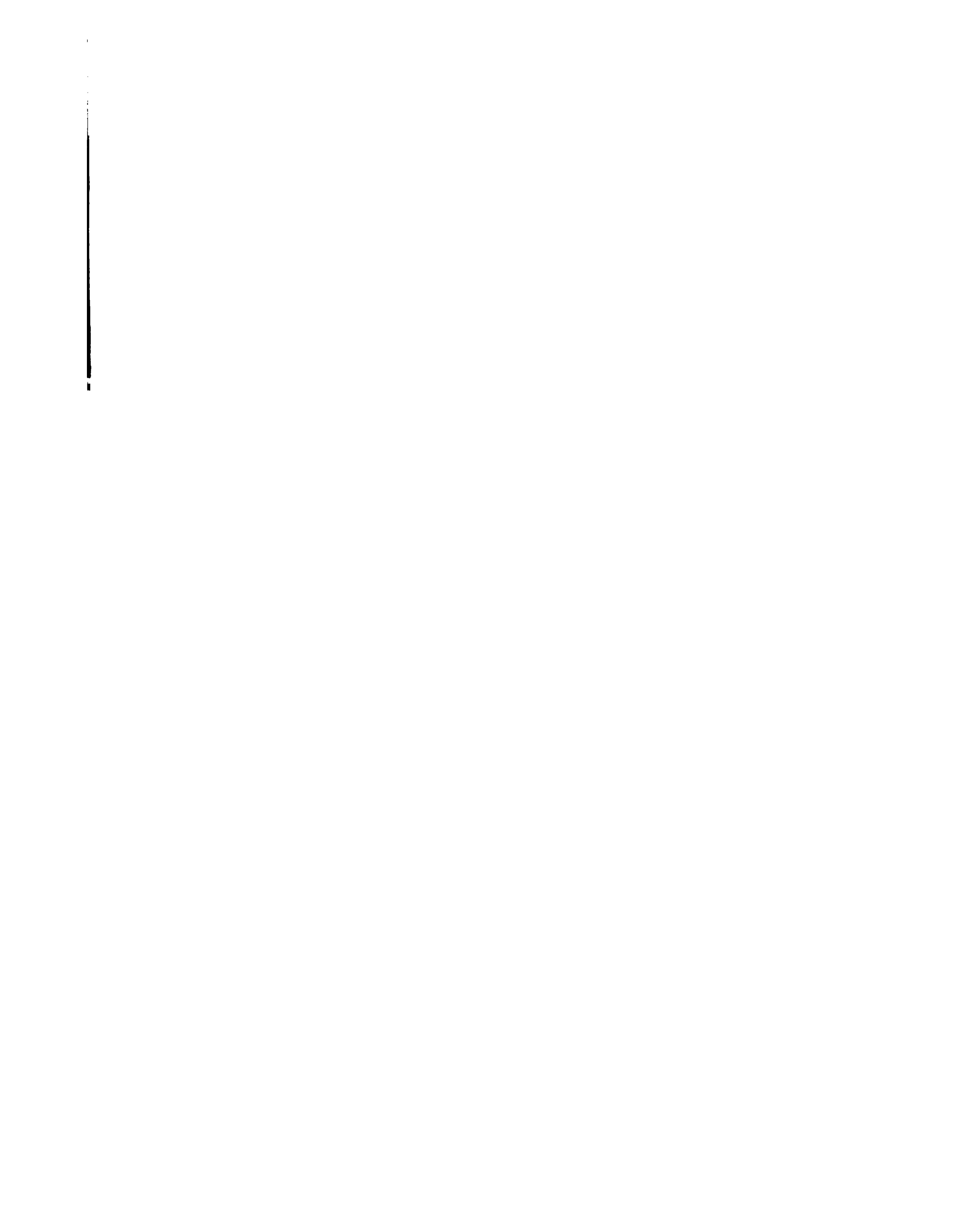








F. Grimm gez.

Stahlstich v Carl Mayer's Kunst-Anstalt in Nürnberg

ELSTERTHAL-BRÜCKE.

im sächs. Voigtlande.

Verlag von Aug. Schröter in Plauen



BESCHREIBUNG

der

Göltzsch- und Elsterthal-Überbrückung

im sächsischen Voigtlande, sowie der Britannia-Röhrenbrücke und der über denselben Meeresarm führenden Kettenbrücke in England

und

der schiefen Ebene in Baiern.

Vorangehend eine kurze Statistik deutscher und ausländischer Eisenbahnen.

Von

Friedrich Kohl,

Lehrer der technischen Wissenschaften an der Königl. Gewerbschule in Plauen.

Mit 2 Stahlstichen und 4 Lithographien.

Preis 15 Ngr. — 54 Kr. rhein.

Plauen,

Verlag von August Schröter,

1854.

Druck der Fürstlichen Hofbuchdruckerei in Greiz.

VORWORT.

Von den seit einigen Jahren vollendeten Eisenbahnbauwerken gehören die auf dem Titel genannten zu den grossartigsten. Bei den ersteren sind Steinmassen, bei den anderen jedoch ist Eisen zu hohen Ueberbrückungen mit grossen Spannweiten verwendet, bei der schiefen Ebene sind aber so starke und hohe Stützmauern erheischt worden, dass man solche als einen Cyclopenbau bezeichnet hat. Das Walzeisen zu röhrenförmigen Tragbalken zu verwenden, ist überdem eine der neuesten Zeit angehörige Contructionsweise.

Aber auch die der Britanniabrücke nahe gelegene Telfordsche Kettenbrücke wollte ich nicht unerwähnt lassen, und der Eindruck, welchen dieselbe nächst der Britanniabrücke bei deren Besuche im Jahre 1851 auf mich machte, ist allerdings Ursache, dass die Bemerkungen darüber sich erweiterten.

Für die Göltzsch- und Elsterthalbrücke gilt das sächsische, für die eisernen Brücken das englische und für die schiefe Ebene das baiersche Fussmaass.

Plauen, in den Sommerferien 1853.

Friedrich Kohl.

Inhalt.

Erster Abschnitt.

Ueber Ausbreitung der Eisenbahnen und deren Betriebsverhältnisse.

Es würde in der That schwer zu behaupten oder zu ermessen sein, ob den ausgezeichneten Bauwerken der früheren oder der neueren Zeit grössere Bewunderung zu zollen ist, da sie mit sehr verschiedenen Mitteln ausgeführt worden sind. Müssen wir bei älteren Bauten über die vieljährige Ausdauer und die grosse Anzahl der dabei verwendeten Menschenkräfte staunen, so überrascht bei den neueren Bauwerken die weit umfassendere Benutzung zweckmässiger und oft sinnreicher mechanischer Hülfsmittel. Rechnet man hierzu noch die ungleich bequemeren Transportwege zur Herbeischaffung der Materialien, so muss es einleuchten, welche wesentliche Vortheile der gegenwärtigen Baukunst zur Seite stehen.

Am hervorragendsten sind aber in den letzten Iahrzehnten die technischen Bauten geworden, und zwar in Folge der sich durch die so wichtige Dampfkraft steigernd entwickelnden Industrie, und des daraus entspringenden Strebens, neue und kürzere Handels- und Verkehrswege zu gewinnen. Was man durch Kunststrassen und Canäle allmählig zu erzielen suchte, ist durch die überraschende Eisenbahn-

frequenz übertroffen worden. Durch diese Communicationsmittel hat sich ein reger Verkehr über die Binnenländer verbreitet, und wie sie schon auf der Karte dem Auge sich darstellen, so sind sie auch in der Wirklichkeit mit den Pulsadern eines lebenden Körpers zu vergleichen.

Welche hohe Bedeutung nun die Eisenbahnen unter den Verkehrswegen einnehmen, dies tritt alltäglich mit der Ueberzeugung mehr hervor, dass deren allseitige Verbreitung nothwendige Bedingung geworden. Denn es würde ein Land, welches dies nicht erkennen, oder die Opfer dafür scheuen wollte, ebenso hinter den Fortschritten der Nachbarstaaten zurückbleiben, wie es sich schon ähnlich bei der Entwickelung des Maschinenwesens kund gegeben hat.

Das ausgedehnteste Eisenbahnnetz besitzt Nordamerika, im Verhältnisse zum Flächeninhalt aber, England und Belgien, wogegen Spanien hierin noch am weitesten zurücksteht, und es giebt die Ausbreitung der Schienenwege in einem Lande fast durchgehend den Maassstab für dessen merkantilen Verkehr ab.

Es gereicht Deutschland zur Ehre, durch gemeinschaftliche und gesteigerte Thatkraft ein fast vollendetes Eisenbahnnetz zwischen seinen wichtigsten Städten geschaffen zu haben. Sachsen steht hierbei mit seinen Eisenbahnbauten in der vordersten Reihe, sowohl in Bezug auf zeitgemässen Angriff seiner Bahnen, als auch hauptsächlich wegen glücklicher Ueberwindung der vorhandenen grossen Terrainschwierigkeiten und insbesondere noch wegen der dabei obwaltenden ökonomischen und technisch guten Ausführung. Denn nicht nur, dass die erste sächsiche Bahn eine der ersten Deutschlands ist, sondern es bieten die übrigen auch so interessante Bauten, dass sie nicht nur die Aufmerksamkeit des Technikers, sondern jedes Reisenden auf sich zu ziehen geeignet sind.

So schwierig nun auch die Verhältnisse waren, welche anfänglich dem Unternehmen der sächsisch-baierschen Eisenbahn insbesondere durch den Erbau der zwei hohen Thalüberbrückungen im Voigtlande entgegentraten, so stehen letztere jetzt als gelungene und imposante Bauwerke da und die Frequenz dieser Bahn entspricht den gehegten Erwartungen.

Die Beschreibung der Göltzsch- und Elsterthalüberbrückung ist dem nächsten Abschnitte vorbehalten. Die nachfolgenden Tabellen und Bemerkungen geben aber noch die Betriebsübersicht der letzterwähnten Bahn, sowie eine kurze Statistik deutscher und ausländischer Eisenbahnen überhaupt. Die Tabellen II., III. und IV. sind auf das Betriebsjahr 1851 und Ruthen und Meilen darin auf preussisches Maass bezogen.

I. TABELLE.

Betriebs-Übersicht der sächsisch-baierschen Staats-Eisenbahn vom Jahre 1852.

Monate.	I. Personenfrequenz. Leipzig-Zwickau-Hof. a) Personen.	b) Personengeld. Thlr.	Ngr.	II. Güterfrequenz. Leipzig-Zwickau-Hof. Güter. Centner.	Fracht. Thlr.	Ngr.	III. Gesammt-brutto-Ertrag. Leipzig-Zwickau-Hof. Summa. Thlr.	Ngr.
Januar	27284	15892	21	570856,95	77824	11	93717	2
Februar	24972	15057	5	533889,35	71960	7,5	87017	12,5
März	30857	19236	14	551890,45	76840	29,8	96077	13,8
April	46684	35888	25	520828,95	76419	15,5	112308	10,5
Mai	49526	35219	9	563372,78	78519	1,8	113738	10,8
Juni	46192	33733	1	505779,91	70042	8,8	103775	9,8
Juli	50720	38271	10	576857,82	71362	5,9	109633	15,9
August	48756	37042	20	571036,90	67974	5,6	105016	25,6
September	47479	36166	4	547488,33	67668	17	103834	21
October	42506	28455	17	619587,95	74734	14,4	103190	1,4
November	29113	15554	14	573522,10	70306	16	85861	—
December	29247	16697	5	598351,92	77954	6,9	94651	11,9
Summa	473336	327214	25	6733463,41	881606	20,2	1208821	15,2
Sa. d. Jahr. 1851	451058	301283	25,5	4858684,83	645205	19,7	946489	15,2
Folglich im Jahr 1852 mehr	22278	25930	29,5	1874778,58	236401	0,5	262332	—

Die Länge der sächsisch-baierschen Hauptbahn beträgt 20,8 sächsische Postmeilen oder 21,1 geogr. Meilen mit der Zwickauer Zweigbahn 21,9 Postmeilen oder 22,2 geogr. Meilen. Die Abweichung der Meilenangabe bei dieser und der sächsisch-böhmischen Staatsbahn in der folgenden Tab. II. rührt daher, dass die Bahnlänge nicht bis zur Landesgrenze, sondern resp. bis Hof und Bodenbach gerechnet ist.

Da auch von den übrigen sächsischen Staatseisenbahnen die Betriebsübersichten vom Iahre 1852 bereits veröffentlicht worden sind, so folgen zunächst daraus noch einige Angaben. Die Gesammt-Brutto-Einnahme dieser Bahnen hat im Iahre 1852 betragen: 2,118672 Thlr. 29,6 Ngr. (528267 Thlr. 20,2 mehr als im Iahre 1851). Der Personentransport trug hierzu bei: 740721 Thlr. 4,9 Ngr. (92064 Thlr. 11,3 Ngr. mehr als 1851); der Gütertransport 1,377954 Thlr. 47,7 Ngr. (436201 Thlr. 8,9 Ngr. mehr als 1851). Die Erträge der einzelnen Bahnen sind:

	Vom Personentransport. Thlr.	Ngr.	Vom Gütertransport. Thlr.	Ngr.	Summa. Thlr.	Ngr.
Leipzig-Zwickau-Hof, wie bereits in Tab. II. u. IV. angegeb.	327214	25	881606	20,2	1,208821	15,2
mehr als 1851	(25930	29,5	236401	0,5	262332	—
Chemnitz-Riesa, erst am 1. Septbr. 1852 auf ihrer ganzen Ausdehnung eröffnet	45783	0,2	72013	9,8	117796	10
mehr als 1851	(28467	27,2	28890	26,4	57358	23,6
Dresden-Bodenbach,	133078	7,2	128835	4,9	261913	12,1
mehr als 1851	(14173	3,6	107388	17,9	121561	21,5
Dresden-Görlitz,	234645	2,5	295497	19,8	580142	22,3
mehr als 1851	(23492	11	63522	24,1	87015	5,1
wie oben	740721	4,9	1377952	24,7	2,118673	29,6

Die sächsischen Staatseisenbahnen haben demnach im Iahre 1852 für den Personen-Verkehr ein Plus von 92064 Thlr., für den Güter-Verkehr ein solches von 436203 Thlr., also zusammen 528267 Thlr. ergeben. Der Personentransport ist von 1,302224 Personen des Betriebsjahres 1851 auf 1,447869 Personen, der Gütertransport von 7,593282 Ctnr. des Iahres 1851 auf 11,288707 Ctnr. gestiegen.

II. TABELLE. Allgemeine

	Benennung der Eisenbahn.	Der Betrieb auf der ganzen Bahn ist eröffnet worden:	Länge der Bahn nach pr Meilen à 2000 Ruthen oder 7532 Meter.
1	Altona-Kieler Eisenbahn	d. 18. Septbr. 1844	14,08
2	Grossherzogl. Badische Staats-E.	———	37,29
3	Kgl. Baiersche Staats-Eisenbahn	d. 1. Octobr. 1849	64
4	Kgl. Pr. Bergisch-Märkische St.-E.	d. 28. Decbr. 1847	7,73
5	Berlin-Anhaltische Eisenbahn	d. 15. Octobr. 1848	30,857
6	Berlin-Hamburger Eisenbahn	d. 15. Decbr. 1846	39,5
7	Berlin-Potsdam-Magdeburger E.	d. 7. August 1846	19,537
8	Berlin-Stettiner (Hauptbahn)	d. 16. August 1843	17,852
9	Herzogl. Braunschw.-Lüneburgsche Staats-Eisenbahn	d. 19. Mai 1844	15,65
10	Breslau-Schweidnitz-Freiburger E.	d. 20. Juli 1844	8,829
11	Friedrich-Wilhelms-Nordbahn.	d. 25. Septbr. 1849	19,2
12	Kgl. Hannoversche Staats-Eisenb.	d. 12. Decbr. 1847	51,319
13	Kaiser-Ferdinands-Nordbahn	d. 20. August 1848	54,5
14	Köln-Mindener Eisenbahn	d. 15. Octobr. 1847	35,828
15	Leipzig-Dresdner Eisenbahn	d. 7. April 1839	15,5
16	Magdeburg-Cöthen-Halle-Leipz. E.	d. 18. August 1840	31,543
17	Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn	d. 15. Juli 1843	7,745
18	Magdeburg-Wittenbergesche Eisenb.	d. 15. Octobr. 1851	14,2
19	Main-Neckar-Eisenbahn	d. 1. August 1846	10,296
20	Main-Weser Eisenbahn	———	26,599
21	Mecklenburgische Eisenbahn	d. 13. Mai 1850	19,41
22	Kgl. Pr. Niderschlesisch-Märkische Eisenbahn	d. 1. Septbr. 1846	51,73
23	Niederschlesische Zweigbahn	———	9,5
24	Oberschlesische Eisenbahn	d. 3. Octobr. 1846	26,311
25	Kgl. Pr. Ostbahn	———	19,33
26	Pfälzsische Ludwigsbahn	d. 26. August 1849	15,36
27	Rheinische Eisenbahn	d. 15. Octobr. 1843	11,395
28	Sächsisch-Baiersche Staats-Eisenb.	d. 16. Juli 1851	24,021
29	Chemnitz-Risaer Staats-Eisenbahn	———	3,85
30	Sächsich-Böhmische Staats-Eisenb.	———	8,7
31	Sächsisch-Schlesische Staats-Eisenb.	d. 1. Septbr. 1847	13,58
32	Löbau-Zittauer Eisenbahn	d. 10. Juni 1848	4,53
33	Kgl. Pr. Stargard- Posener St.-E.	d. 10. August 1848	22,63
34	Thüringische Eisenbahn	d. 1. Octobr. 1849	25,142
35	Wien-Gloggnitzer Hauptbahn	d. 5. Mai 1842	10
	Die zwei Zweigbahnen	28. Sept. 45, 20. Aug. 47	1,12
36	Kgl. Würtembergische Staats-E.	d. 29. Juni 1850	33,2

Beschreibung der Bahn. (Bis Ende 1851.)

Nach laufenden Ruthen hat die Bahn ein doppelt Geleise	ein einfaches Geleise	Die stärkste Steigung auf der Bahn beträgt	Der kleinste Krümmungshalbmesser beträgt in Ruthen	Die Bahn besitzt Locomotiven Stück	Tender Stück
53379	28160	1: 400	243	18	14
2066,8	21007	1: 189	46,36	66	65
—	126025,8	1: 40	38,75	67	67
15500	15464	1: 80	—	16	16
39929	61714	1: 300	—	34	34
14143	39546	1: 128	250	48	48
—	24517	1: 200	150	29	29
8057	35703,5	1: 288	120	29	29
—	23246	1: 45	273	23	23
3690	17658	1: 150	255	10	10
28271	34702	1: 100	54	22	14
22674,7	74366	1: 300	186	71	53
22500	83538,3	1: 240	85	105	101
30542	51477	1: 100	166	65	65
31354,2	—	1: 200	105,27	30	20
19400	188,8	1: 300	250	30	31
—	5790	—	300	16	16
—	27770	1: 204	50	15	13
—	—	—	—	18	18
—	53197	1: 100	66	29	21
	38820	1: 200	100	17	17
—	103460	1: 116	200	78	78
178	18822	1: 120	200	8	10
18610	34012	1: 100	—	38	38
—	38660	1: 200	300	21	21
—	30720	1: 250	106	20	20
16865	5925	—	85	23	24
24800	23242	1: 100	75,51	34	21
631,6	7076,1	1: 118	135	6	8
5727,3	10772,7	1: 77	127,8	10	8
4359	22796	1: 55	120	14	14
—	9470,4	1: 100	120,34	4	3
—	45283,6	1: 200	250	20	20
22222	28064	1: 150	150	30	26
12810,7	7204,6 }	1: 130	428,4	45	47
—	2241,3 }				
1065	65335	1: 45	72	45	48

III. TABELLE.

Anlage-

	Benennung der Eisenbahn.	Gesammt-Betrag. Rthlr.	Hiervon auf die Bahn Rthlr.
1	Altona-Kieler Eisenbahn	3384882	1760294
2	Grossherzogl. Badische Staats-Eisenbahn	18260000	15765714
3	Kgl. Baiersche Staats-Eisenbahn.	24388766	19954760
4	Kgl. Pr. Bergisch-Märkische Staats-E.	6039390	5063131
5	Berlin-Anhaltische Eisenbahn	7500000	5210404
6	Berlin-Hamburger Eisenbahn	16153000	11385000
7	Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn	11006000	———
8	Berlin-Stettin (Hauptbahn)	4044000	2891000
9	Herzgl. Braunschw.-Lüneburgsche St.-E.	3842944	2482023
10	Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenb.	2100000	1261034
11	Friedrich-Wilhelms Nordbahn	10007351	8883612
12	Kgl. Hannoversche Staats-Eisenbahn	16951138	11797696
13	Kaiser-Ferdinands Nordbahn	21627812	15970286
14	Köln-Mindener Eisenbahn	20174500	17271500
15	Leipzig-Dresdner Eisenbahn	7000000	6077
16	Magdeburg-Cöthen-Halle-Leipziger E.	4100005	3031633
17	Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn	2400000	———
18	Magdeburg-Wittenbergesche Eisenbahn	———	———
19	Main-Neckar Eisenbahn	6127441	3958919
20	Main-Weser Eisenbahn	16248000	12613000
21	Mecklenburgische Eisenbahn	4350000	———
22	Kgl.Pr.Niederschlesisch-MärkischeSt.-E.	20975000	16275000
23	Niederschlesische Zweigbahn	2000000	1570492
24	Oberschlesische Eisenbahn	7950000	4629240
25	Kgl. Pr. Ostbahn	4800000	———
26	Pfälzische Ludwigsbahn	6285714	4857143
27	Rheinische Eisenbahn	9500000	8309368
28	Sächsisch-Baiersche Staats-Eisenbahn	13991912	11363036
29	Chemnitz-Risaer Staats-Eisenbahn	———	———
30	Sächsisch-Böhmische Staats-Eisenbahn	5440000	4707680
31	Sächsisch-Schlesische Staats-Eisenbahn	6388000	5456000
32	Löbau-Zittauer Eisenbahn	2500000	2117414
33	Kgl. Pr. Stargard-Posener Staats-E.	5000000	3846588
34	Thüringische Eisenbahn	14000000	11667348
35	Wien-Gloggnitzer Eisenb. mit Zweigb.	7476974	6126100
36	Kgl. Würtembergische Staats-Eisenb.	14500000	11500000

Capital.

kommen auf d. Bahnhöfe Rthlr.	auf Betriebs-Mittel Rthlr.	Anlage-Capital pro Meile Rthlr.	Grössere Bauwerke als: Brücken, Viaducts, Tunnel, Durchstiche etc. haben gekostet. Rthlr.	Von den Betriebsmitteln haben die Locomotiven und Tender gekostet. Rthlr.
1153594	470994	240475	—	212310
196000	2298286	489675	—	980827
2081644	2352362	381074	3294740	1028622
322774	653485	781294	—	—
998697	1069915	201922	—	524435
3369000	1399000	408937	1100000	627400
—	697251	563341	—	—
538022	614563	226529	120000	347268
615106	745815	245555	—	335621
468090	370876	237853	—	165300
382139	741600	572702	1150000	369807
2856000	2297442	336000	—	926621
2116376	4431056	413169	741799	1637144
—	2903000	547803	1491538	1036289
403	922597	411765	—	385750
303226	920046	288103	—	421555
—	—	309677	—	—
—	—	—	—	201680
1424548	743974	518396	974900	299768
2097000	1538000	610850	3372000	427985
—	—	—	269000	—
2000000	2700000	405470	1064073	1146500
179883	249624	210526	—	127695
614990	1353687	289803	—	545754
—	486961	223494	—	323000
514286	914286	409226	400000	279162
545557	645075	840000	2135381	343000
770203	1299497	619906	3336315	494711
—				108600
291000	441320	753463	1709430	128942
466000	466000	470000	415000	202400
40725	139228	552000	226587	67000
489020	658440	220945	—	281450
864952	1024291	556837	2113900	457640
1441323	2090720	747174	2000000	850738
1650000	1350000	436750	2400000	647516

IV. TABELLE. Frequenz,

	Benennung der Eisenbahn.	In allen Wagenklassen sind im Jahre 1851 zusammen transportirt worden. Rthlr.	Die Einnahme vom Personentransport. Rthlr.
1	Altona-Kieler Eisenbahn	458772	210507
2	Grossherzogl. Badische Staats-Eisenb.	1984487	607071
3	Kgl. Baiersche Staats-Eisenbahn	1292425	631905
4	Kgl. Pr. Bergisch-Märkische Staats-E.	477651	97103
5	Berlin-Anhaltische Eisenbahn	353800	434112
6	Berlin-Hamburger Eisenbahn	502027	494620
7	Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn	675636	544180
8	Berlin-Stettiner (Hauptbahn)	273969	397750
9	Herzgl. Braunschw.-Lüneburgsche St.-E.	697499	286255
10	Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenb.	211782	104218
11	Friedrich-Wilhelms Nordbahn	322361	129961
12	Kgl. Hannoversche Staats-Eisenbahn	1015605	728743
13	Kaiser-Ferdinands Nordbahn	1071863	1147543
14	Köln-Mindener Eisenbahn	1508810	818735
15	Leipzig-Dresdner Eisenbahn	601788	464771
16	Magdeburg-Cöthen-Halle-Leipziger E.	824281	408950
17	Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn	372977	158735
18	Magdeburg-Wittenbergesche Eisenbahn	115812	86892
19	Main-Neckar Eisenbahn	807877	245707
20	Main-Weser Eisenbahn	704175	290355
21	Mecklenburgische Eisenbahn	239527	154495
22	Kgl. Pr. Niederschlesisch-Märkische St.-E.	548670	777006
23	Niederschlesische Zweigbahn	80249	39277
24	Oberschlesische Eisenbahn	330523	323265
25	Kgl. Pr. Ostbahn	53482	57880
26	Pfälzische Ludwigsbahn	457389	108719
27	Rheinische Eisenbahn	498734	470555
28	Sächsich-Baiersche Staats-Eisenbahn	451058	301283
29	Chemnitz-Risaer Staats-Eisenbahn	71273	17315
30	Sächsisch-Böhmische Staats-Eisenbahn	351146	118905
31	Sächsisch-Schlesische Staats-Eisenbahn	457187	211152
32	Löbau-Zittauer Eisenbahn	146117	26684
33	Kgl. Pr. Stargard-Posener Staats-Eisenb.	189587	180213
34	Thüringische Eisenbahn	740573	416575
35	Wien-Gloggnitzer Eisenb. mit Zweigb.	1437553	635333
36	Kgl. Würtembergische Staats-Eisenbahn	1752467	419157

Einnahme, Ausgabe und Verzinsung.

[illegible] hat betragen [illegible] Transport etc. Rthlr.	Gesammt-Einnahme. Rthlr.	Gesammt-Ausgabe. Rthlr.	Von der Brutto-Einnahme betragen die sämmtlichen Ausgaben nach pro Cent.	Das Gesammt-Anlage-Capital hat sich verzinset mit pro Cent.
203708	414215	227629	44,9	6,54
603084	1210155	495926	40,81	3,91
871263	1503168	880482	58,57	2,55
194876	291979	174147	59,64	1
520690	954802	520806	54,55	6
953216	1447836	655862	40,48	4
374055	918235	346410	23,02	5,19
360353	758103	416275	54,91	8,45
413039	699294	333862	47,74	10,59
86908	191126	97916	51,2	4,3
140364	270325	235508	87,12	—
1070434	1799177	771220	46,28	5,28
2677627	3825170	1816408	47,48	12,75
1450638	2298773	938545	41,36	5,68
482081	946852	481387	50,84	8
738235	1147185	476561	41,54	10,46
217278	376013	173999	46,275	8,41
138240	225132	153228	68,06	—
128093	373800	162285	43,41	3,383
166462	456817	310627	68	1,192
92665	247160	148684	60,16	1,65
1048510	1825516	846312	46,3	4,668
36105	75382	55205	73,1	—
808339	1131604	461475	40,77	8
33409	91289	65074	71,28	0,546
426913	355632	144917	40,74	3,51
335357	805912	267220	33,39	7
645205	946489	335507	35,638	4,497
43122	60437	50152	80,49	—
21446	140351	100664	67,82	0,878
231974	443127	268307	57,03	3,17
27539	54223	47172	87	0,28
154188	334401	283916	84,9	—
432199	848774	354291	41,74	4
715644	1350977	684503	50,66	8
508497	927654	451470	48,67	3,284

Die Fahrgeschwindigkeit auf den englischen Bahnen ist durchschnittlich 30 engl. Meilen in der Stunde. Auf der Nordostbahn fährt man am schnellsten und zwar 36 engl. Meilen, auf der Manchester-Birmingham-Bahn nur 26 Meilen in der Stunde. Weit geringer ist die Geschwindigkeit auf den amerikanischen Bahnen. Güterzüge gehen 10—12 Meilen, Personenzüge 15—20 engl. Meilen in der Stunde.

Im ersten Halbjahr 1852 sind auf den Eisenbahnen Grossbritaniens und Irlands 39249605 Reisende befördert worden.

Französische Eisenbahnen.

Bis Ende 1851 besass Frankreich 3307 Kilometer (ca. 827 Stunden) befahrner Bahn, die nahezu 107 Millionen (106.967496) Frk. eintrugen. Ende 1852 aber 3708 Kilometer (ca. 927 Stunden) mit dem Ertrage von 132.277905 Franken. Es sind daher die Einnahmen der französischen Eisenbahnen für das Jahr 1852 um 25½ Mill. Fr. gegen 1851 gestiegen, und zwar nicht bloss in Folge der neueröffneten Bahnen, sondern wegen vermehrten Geschäftsverkehrs, da die auf ein Kilometer kommende Einnahme ebenfalls von 32345 Fr. auf 35673 Fr. gestiegen ist. Das ganze Netz ist auf 702 deutsche Meilen Bahnlinie berechnet.

Von den ausländischen Eisenbahnen stehen die belgischen wegen ihrer guten Ausführung und billigen Verwaltung oben an. Ihre Länge beträgt 84 deutsche Meilen, ⅔ davon sind doppelgeleisig und die Anlagekosten 44½ Mill. Thlr.

Am Schlusse des Jahres 1851 waren in Russland 50 Meilen und in Italien 40 Meilen dem Betriebe übergeben, mehrere Bahnstrecken (z. B. die Bahn von Petersburg nach Moskau) sind aber im Baue begriffen, wie dies auch in der Schweiz und in Spanien der Fall ist.

Zweiter Abschnitt.

Die Göltzsch- und die Elsterthal-Eisenbahnbrücke im sächsischen Voigtlande.

Bereits im Jahre 1836 hatte sich in Leipzig ein Comité zur Begründung einer nach Baiern hingehenden Eisenbahn gebildet, und es wurde nach einem, zwischen der Sächsischen und Baierschen Staats-Regierung darüber abgeschlossenen Vertrage diese Bahnlinie von einem Actienvereine baldigst in Angriff genommen. In diesem Vertrage stehen die Bedingungen oben an, dass diese Bahn die beiden volkreichsten Städte des Voigtlandes — Reichenbach und Plauen — nahe berühren, und mit der bis zur Landesgrenze geführten baierschen Südnordbahn vereiniget werden solle. Hierdurch war die Hauptrichtung innerhalb des sächsischen Voigtlandes vorgeschrieben; sie überschreitet die Thäler der Raumbach, der Göltzsch, der Trieb und der Elster, wovon jedoch das Thal der bei Mylau in die Göltzsch mündenden Raumbach, sowie das Thal der in die Elster mündenden Trieb umgangen werden konnte, indem man die Bahnlinie erst unterhalb der beziehendlichen Einmündungen dieser beiden Gewässer durch das Göltzsch- und Elsterthal führte. Da nun die Bahnhöhe bei Reichenbach 512 Ellen, die Terrainhöhe des Göltzschthales an der gewählten Uebergangsstelle 322 Ellen und die Terrainhöhe der Wasserscheide zwischen der Göltzsch und Elster an dem Ueber-

gangspuncte der Eisenbahn 588 Ellen über dem Bahnhofe der sächsisch-baierschen Eisenbahn in Leipzig ist, so musste hiernach das Bahnprofil von Reichenbach ab bis zu dem Uebergange über die Göltzsch fallen, von hier bis zur Wasserscheide zwischen der Göltzch und Elster ansteigen, hierauf bis zum Uebergange über das Elsterthal abermals fallen und nach Plauen hin wieder ansteigen. Die Sohle des Göltzschthales liegt mithin 190 Ellen tiefer, als die Eisenbahn bei Reichenbach und 266 Ellen tiefer, als die erwähnte Wasserscheide. Um nun mit dem als Steigungsmaximum der Bahnlinie angenommenen Gefälle von $\frac{1}{100}$ vom Bahnhofe bei Reichenbach aus die Sohle des Göltzschthales zu erreichen, würde eine Längenentwickelung von 19000 Ellen, und von hier aus bis zur Ersteigung der Wasserscheide die Entwickelung einer Bahnlänge von 26,600 Ellen erforderlich gewesen sein. Die erste Strecke war nicht geeignet, eine solche Länge mit noch zulässigen Krümmungshalbmessern entwickeln zu lassen, für die zweite Strecke hätte man aber durch Ansteigung längs des linken Thalgehänges der Göltzsch nicht nur ebenfalls sehr kleine Krümmungshalbmesser erhalten, sondern auch, um dem mitunter sehr gewundenen Laufe des Thales folgen zu können, die Thalseite der Bahnlinie durch immer höher werdende Futtermauern zu stützen und mehrere tief eingeschnittene und breite Seitenthäler mit sehr hohen Dämmen und Ueberbrückungen zu überschreiten gehabt. Vom Bahnhofe bei Reichenbach bis zum Göltzschthalübergange konnte der Bahnlinie nicht mehr als ca. 5000 Ellen Länge gegeben werden, wornach bei dem obenangegebenen Steigungsmaximum der Uebergang sich anfänglich auf eine Höhe von 140 Ellen über der Thalsohle berechnete. Für die jenseitige Ansteigung liess sich nach den angeführten Verhältnissen auch nur eine Länge von etwa 10,000 Ellen erzielen, und hiernach war die Wasserscheide mit einem 20 Ellen tiefen Einschnitt zu überschreiten.

Bei Anwendung eines Steigungsmaximums von $\frac{1}{50}$ hätte sich zwar die Uebergangshöhe für das Göltzschthal bis auf 90 — 100 Ellen reducirt, doch wäre dann für die zu beiden Seiten des Thales bedungenen und über 40 Ellen tiefen Felseneinschnitte ein weit grösserer Kostenaufwand hervorgegangen.

War hiernach das günstigste Niveau an den Uebergangsstellen durch genaue Vergleiche ermittelt, so fanden nächst der als am vortheilhaftesten erscheinenden Ueberbrückung dieses Ueberganges auch die anderweit möglichen Ueberschreitungsmittel desselben mit Zuziehung aller Erfahrungen reifliche Erwägung. Die Anwendung schiefer Ebenen, sowohl mit Seilbetrieb und stehenden Dampfmaschinen, als auch mit Locomotiven und hierfür beziehentlich zu $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{30}$ Steigung, liess nicht nur einen grösseren Kostenaufwand als eine Ueberbrückung, sondern auch die grössere Möglichkeit einer Gefahr erblicken. Desgleichen stellte sich die vorgeschlagene Dammausschüttung bei näherer Erwägung eben so ungeeignet, als kostspielig dar; denn es würde deren Fuss bei der grösstmöglichst zulässigen Böschung eine Breite von 800 bis 900 Ellen und jeder der nöthigen Wasserdurchlässe eine gleiche Länge erhalten haben müssen, überdem aber nicht allen Störungen durch Senkung, Frost, Regen, Eisgänge etc. zu begegnen gewesen sein.

Das eben angedeutete und später zur Ausführung gekommene Bahnproject wurde bereits im Jahre 1844 in seinen Hauptzügen dem damaligen Directorium der sächsisch-baierschen Eisenbahn von dem Oberingenieur (jetzig. Geh. Finanz-Rath Major Wilke) vorgelegt, und besonders wegen der dabei vorkommenden aussergewöhnlich hohen Ueberbrückungen über das Göltzsch- und Elsterthal fand sich die Königlich Sächsische Staatsregierung sowohl, als auch das genannte Directorium bewogen, noch anderseitige technische Gutachten darüber einzuziehen. Das erwähnte Bahnproject wurde daher Gegen-

stand der Berathung der obersten technischen Behörde Belgiens, nachdem mehrere belgische Ingenieure dasselbe und auch alle übrigen in Frage gekommenen Bahnrichtungen an Ort und Stelle untersucht hatten. Eine gleiche Prüfung wurde von dem Vorstande der königlich baierschen Eisenbahn-Commission vorgenommen und beide Gutachten erklärten sich einstimmig dahin, dass unter den in Vorschlag gekommenen Bahnprojecten das von dem Oberingenieur bearbeitete und zur Ausführung empfohlene das hierzu geeignetste sei, und dass insbesondere die unvermeidlichen hohen Ueberbrückungen des Göltzsch- und Elsterthales dem Verhältnisse nach ohne zu hohe Kosten zweckmässig und dauerhaft herzustellen sein würden.

Von den übrigen vorgeschlagenen nnd gutachtlich beurtheilten Linien sind hier beispielsweise anzuführen:

Werdau, Lengenfeld, Treuen, Plauen, Reuth, Gutenfürst;
Werdau, Greiz, Neumoschwitz, Drochaus, Reuth, Gutenfürst;
Greiz, Elsterberg, Mehltheuer, Drochaus, Reuth, Gutenfürst;
Zwickau, Kirchberg, Auerbach, Lengenfeld, Treuen, Plauen, Reuth, Gutenfürst;
Zwickau, Kirchberg, Auerbach, Falkenstein, Oelsnitz, Sachsgrün;
Zwickau, Lengenfeld, Treuen, Plauen, Reuth, Gutenfürst.

Da aber diese Linien ebenfalls hohe Thalübergänge und andere grosse Bauten erheischten, einige davon die obengenannten Städte gar nicht und daher das Voigtland nur wenig berührten, so musste von diesen Bahnrichtungen abgesehen werden.

Um nun für die beschlossene Göltzsch- und Elsterthalüberbrückung die mehrfach möglichen Ueberbrückungssysteme umfassend erörtert zu sehen, forderte das Directorium zur Preisbewerbung auf, und erreichte den beabsichtigten Zweck insoweit, als durch die eingegangenen 81. Concurrenzarbeiten die mannigfaltigsten Formen und

Constructionen repräsentirt waren. Dennoch konnte die zur Prüfung berufene technische Commission keinen der vorliegenden Entwürfe zu dem ungetheilten Preise und zur Ausführung empfehlen; sie brachte vielmehr die gemeinschaftliche Benutzung mehrerer Entwürfe und die Theilung des Preises unter die betreffenden Bewerber in Vorschlag. Der ausgesetzte Preis von 1000 Thaler fiel hiernach auf 4 Arbeiten, so, dass zwei mit je 300 Thaler, und zwei mit je 200 Thaler honorirt worden sind. Kamen nun zwar bei der Durchsicht dieser Concurrenzarbeiten die der Form und dem Material nach verschiedensten Brückenconstructionen abermals zur sorgfältigsten Berathung, so liessen doch vorwaltende Gründe für den Pfeilerbau mit Rundbogenstyl entscheiden, und bei dem von der Commission unter dieser Annahme zusammengesetzten Entwurfe legte man die vier obenbemerkten Arbeiten mit zu Grunde.

Hiernach wurden endlich im Herbste 1845 die Fundamentirungsarbeiten der Göltzschthalbrücke in Angriff genommen, und waren im Frühjahr 1846 soweit gediehen, dass am 31. Mai der Grundstein zu dem einen Pfeiler des mittelsten Hauptbogens gelegt werden konnte, welche Feierlichkeit sich noch durch die gleichzeitige Eröffnung der Eisenbahn von Werdau bis Reichenbach erhöhte.

Zu dem letzterwähnten Zeitpunkte hatte man bereits für 14 Pfeiler einen festen Felsengrund gefunden und dasselbe Resultat ergab sich auch bei den Baugruben für die übrigen Pfeiler bis auf eine einzige Ausnahme, welche unerwartete Schwierigkeiten entgegenstellte. Man fand nämlich bei dem Grundgraben für denjenigen Pfeiler, welcher zwischen der Göltzsch und dem durch den Grundstein bezeichneten Pfeiler errichtet werden sollte, in einer Tiefe von 9 Ellen eine Thonschieferbank, die mit Thonschichten, Alaun- und Kieselschiefer durchzogen war, und wobei sich der anscheinend feste Alaunschiefer durch den Zutritt der Luft und des Wassers nach einigen Tagen in

2 *

eine weiche Masse verwandelte. Die gemachten Bohrversuche liessen wahrnehmen, dass man erst in einer Tiefe von wenigstens 45 Ellen festen Felsengrund erreichen werde. Um nun die nachtheilige Verschiedenartigkeit bei Anwendung einer Beton- oder Pfahlrostgründung und die Kostspieligkeit einer andern Fundamentirung zu vermeiden, schlug der leitende Ingenieur die Weglassung des fraglichen Pfeilers, sowie die Verstärkung der Nebenpfeiler und zwischen diese die Spannung eines auf 54 Ellen erweiterten Bogens vor. Dieser Vorschlag rief neue Bedenklichkeiten und auf dem ausserordentlichen Landtage 1847 den Beschluss der Debatte hervor: „die Staatsregierung möge abermals gründliche Terrainuntersuchungen und noch genauere Erörterungen darüber anstellen lassen, ob die Ueberbrückungen der beiden Thäler auf einem andern Wege nicht umgangen werden könnten.“ Die Hohe Staatsregierung liess hierauf dem ständischen Antrage gemäss durch zwei bewährte Techniker des Auslandes diese Untersuchung anstellen, und es sprachen sich beide zu Gunsten der Ueberbrückung aus. Die Höhe der Göltzschbrücke wurde aber um 3 Fuss und ihre Länge um fast 150 Ellen vermindert.

Durch diese nahe im Mittel der Brücke erweiterten Spannungsbögen, welche durch gekuppelte Pfeiler eingeschlossen werden, eröffnen sich zwei gigantische Thore und erhöhen die Wirkung des Grossartigen dieser Brücke ungemein. In diesem verstärkten Mittelbaue gleichen sich auch die Göltzsch- und die Elsterthalüberbrückungen; bei der ersteren setzen sich aber von den gekuppelten Pfeilern nach beiden Seiten hin Spannungsbögen in vier Etagen ab, wogegen bei der Elsterbrücke den Mittelbögen nahe gleichgrosse in zwei Etagen übereinander stehen.

Für die Elsterthalbrücke fand sich zwar ein durchaus sicherer Baugrund, nämlich Grünstein, der theils als Breccie, theils als Conglomerat vorkommt, dennoch führte der an dem linken Thalgehänge

vorhandene Eisensteinschacht eine Unterbrechung herbei. Der Pfeiler-Eintheilung halber mussten die sorgfältigsten Ermittelungen über die Richtung und Mächtigkeit dieses Eisensteinganges angestellt werden. Nach Beseitigung aller hierdurch entgegengetretener Hemmnisse nahm man die Fundamentirungsarbeiten wieder in Angriff, und es wurde den 7. November 1846 der Grundstein zu der Elsterthalbrücke gelegt.

Ohngeachtet der in den Jahren 1848 und 1849 auch auf die Fortsetzung der beiden Brückenbauten einwirkenden Störungen trat doch vermöge der von der Sächsischen Regierung getroffenen weisen Maassregeln und der geeigneten Handlungsweise der Königlichen Bahndirection eine gänzliche Unterbrechung nicht ein. Im Herbst 1849 hatte man bei der Göltzschthalbrücke nahe die halbe Höhe erreicht und es konnte der untere grosse Mittelbogen am 29. Sept. 1849 geschlossen, der Schlussstein dieser Brücke aber am 14. Sept. 1850 eingesetzt werden, und die Uebergabe beider Brücken für den Betrieb und deren feierliche Eröffnung am 15. Juli 1851 erfolgen.

An der Göltzschthalbrücke waren in der frequentesten Bauzeit durchschnittlich 1500, an der Elsterthalbrücke 800 Arbeiter beschäftigt.

Die Betriebsingenieure des Baues beziehlich der ersten und zweiten Brücke waren F. Dost und H. Kell.

Mit dem näherrückenden Baue der sächsisch-baierschen Eisenbahn an das Voigtland musste natürlich auch die Erörterung der für die Ueberbrückungen zu verwendenden Materialien und deren Beschaffung eine Hauptfrage werden. Nachdem man sich für die Bauform entschieden, Ziegelmauer als Hauptkörper der Pfeiler, Granit und Sandstein für Sockeln, Tragbögen, Deckplatten, Kämpfer etc. und Bruchsteine zu Strebemauern und theilweise zu Pfeilergründungen angenommen und die Dimensionen darnach abgeleitet hatte, führten

und stand an Dauer und Festigkeit dem Roman- und Portland-Cemente nicht nach. [2])

Auf der, der Lagerstätte des Alaunschiefers zunächst-gelegenen Baustelle, ist auf Carl's Veranlassung und nach dessen besonderer Angabe eine Stampfmühle an der Göltzsch mit 24 Stampfen und einem Siebzeug erbaut und dieser Alaunschiefer in feines Pulver verwandelt worden.

Von dem ursprünglichen, unten näher angeführten Mischungs-Verhältnisse ging man jedoch bald zu einer andern Mörtelzusammensetzung über, welche aus 1 Theile gesiebtem Kalkmehl, 1 Theile

---

auch 8 bis 10 Stunden anwendbar bleiben, und es ist endlich ein noch geringerer Zusatz von Wasser erforderlich, um dieselbe zur ersten Consistenz zurückzuführen. Die Erhärtung erfolgt daher in zunehmenden Zeiträumen, während der entsprechende Zusatz von Wasser immer geringer wird. Insofern also die Masse gegen Verdunstung des Wassers geschützt wird, lässt sich die angegebene Prozedur mehrere Wochen lang fortsetzen.

[2]) Die wesentlichsten Eigenschaften des besten englischen Roman-Cementes mögen hier beiläufige Erwähnung finden.

Dieser zu Staub zermahlene, in Fässern fest zusammengedrückte und gegen Feuchtigkeit und Luft geschützte Cement muss sich selbst über ein Jahr in staubartigem Zustande erhalten, ohne zusammenzuballen. Mit Wasser und reinem Sande vermengt, muss er sich bis zum Zeitpunkte der Erhärtung bequem verarbeiten lassen, mit Ziegel- und rauhen Bausteinen eine feste Verbindung eingehen, bei gleicher Form und gehörig erhärtet die Zerbrechungsfestigkeit eines guten Ziegelsteines besitzen und nicht nur in den Fugen, sondern auch als Mauerüberzug sowohl an der Luft, als im Wasser, nach Verlauf eines Jahres sich völlig haltbar zeigen und dem Froste und allen Witterungseinflüssen widerstehen. Je grösser die Menge Sand ist, die sich dem hydrau'ischen Cemente beimischen lässt, desto grösser ist sein Werth. Ein aus reinem Cement mit geringem Zusatz von Wasser gebildeter Körper erhärtet so schnell, dass er sich nach 8—10 Minuten nicht mehr umformen lässt. Dieser Erhärtungsprozess wird durch den Zutritt von Wasser nach kurzer Zeit nicht mehr gestört, so dass Kugeln von 2—3 Zoll Durchmesser nach 5 Minuten, und dergleichen Kugeln aus mit Sand gemischtem Cement nach einigen Stunden unter Wasser gelegt, nicht zerfallen, sondern erhärten.

Der Preis des englischen Cementes ist für den Centner circa 2 Thaler, während der nach der Carl'schen Mischung bereitete kaum 10 Ngr. zu stehen kam.

Alaunschiefermehl und einem Theile Sand bestand und für die Pfeilergründung theilweise Anwendung fand. Bei weiter vorgeschrittenem und stärker betriebenem Baue stellte man aber in der Nähe jeder Brücke eine Dampfmaschine auf, deren hauptsächlichster Zweck die Zuführung der verschiedenen Baumaterialien und des nöthigen Wassers auf die Gerüste war. In der Zwischenzeit wurde jedoch die Dampfkraft auch zum Stampfbetriebe benutzt und namentlich viel Ziegelmehl zur Bereitung eines nach anderweiter Angabe bereiteten Ziegelmörtels erzeugt, der in der Folge auch für alles Mauerwerk beider Brücken, sowohl für Granit, als Ziegelmauerung, ausschliessliche Anwendung fand. Dieser Mörtel bestand aus:

1 Theile gesiebtem Kalkmehle,
1 „ Ziegelmehl und
1 „ Sand.

Ein Zusatz von 0,6 Wasser, wie er auch dem obigen Alaunschiefermörtel zugefügt wurde, gab 2 Theile dicken Mörtels.

Von diesem Mörtel verwendete man im Durchschnitt zu 1 Cubic-Elle Ziegelmauer 0,223 Cubic-Elle; zu 1 Cubic-Elle Bruchsteinmauer 0,3 Cubic-Elle und zu 1 Cubic-Elle Quadermauer, je nach der Grösse der Quadern 0,1—0,025 Cubic-Elle.

Der Mörtel zur Bruchsteinmauerung bestand nur aus Kalk und grobem Sand.

Aus den, mittelst eines senkrechten Fahrzeuges bis zu einer Cementbahn gehobenen und mit einem Mörtelkasten versehenen Lowrys. liess man durch Aufziehen eines Schiebers den dickflüssigen Mörtel in Schlotte und durch diese in tiefer und an den Arbeitspunkten gelegene Mörtelkästen auslaufen.

Zum Ausfugen der Stirnseiten des Quader- und Ziegelmauerwerks diente ein Mörtel aus 1 Theile Ziegelmehl, 1 Theile gestossener Schmiedeschlacke, 2 Theilen Kalk und 2 Theilen Sand. Das Ziegel-

pflaster in den Hintermauerungen, sowie die Abdeckplatten wurden ebenfalls mit dergleichen Cement ausgefugt.

An diese allgemeineren Mittheilungen über beide Brücken schliesst sich deren speciellere Beschreibung. (Man vergl. die Stahlstiche.)

Die Göltzschthalbrücke.

Ihre Länge ist 1013 Ellen und die Breite der Fahrbahn zwischen den Ballustraden 14 Ellen. Die grösste Höhe von der Sohle des Göltzschflusses bis zur Schienenebene beträgt 137 Ellen 5 Zoll, von der tiefsten Stelle des Brückenfundamentes bis zur Bahnlinie aber $162\frac{1}{2}$ Ellen. Von den gekuppelten Pfeilern des schon erwähnten Mittelbaues geht sie von vier Stockwerken nach der linker Hand ansteigenden Thalseite bis zum Landpfeiler nach und nach in drei, zwei und eine Etage, hingegen nach der andern Seite in zwei Etagen über, welche durch ein drittes Paar gekuppelte Pfeiler mit einem höheren, durch den Landpfeiler begrenzten Stockwerke von vier Bögen verbunden sind. [1]) Die Spannungsweite des untersten grossen Mittelbogens über dem Sockel ist $50\frac{1}{2}$ Elle und die des oberen $54\frac{1}{2}$ Elle. Die Scheitelhöhe des ersteren über dem Göltzschbette im Lichten ist 73 Ellen und die des zweiten von den Deckplatten des unteren Bogens 56 Ellen. Von der Gasammthöhe fallen aber 77 Ellen 5 Zoll auf den untersten und 60 Ellen Höhe auf den obersten Mittelbogen.

Die Etagen werden durch Gewölbbögen gebildet, welche in der ersten, zweiten und dritten Etage aus zwei von einander getrennten

---

[1]) Die Ansicht der Göltzschthalbrücke ist unterhalb, die der Elsterthalbrücke aber oberhalb aufgenommen; die Beschreibung beider setzt jedoch den oberen Standpunkt voraus.



B. Grimm gez.

Stahlstich v. Carl Mayer's Kunst Anstalt in Nürnberg.

GÖLTZSCHTHAL-BRÜCKE.

im sächs. Voigtlande

S
d

Di
len
gu
der

9
5
Der
l

iels
der

Garten, in der vierten oder obersten Etage aber aus 14 Ellen breiten abgetrennten Bögen zur Aufnahme des Bahngleises bestehen. Bis zu der letztbemerkten Breite verjüngen sich nämlich die untersten Pfeiler durch $3\frac{1}{2}$ Ellen breite Etagenabsätze der drei obersten Stockwerke und durch eine Pfeilerböschung von 1 : 48.

Das erste oder unterste Stockwerk besteht aus 10 Pfeilern, deren Höhe von der Göltzschsohle 41 Ellen 5 Zoll und über den Pfeilersockeln 29 Ellen ist. Die beiden inneren Pfeiler von den gekuppelten haben 14 Ellen, die beiden äusseren $13\frac{1}{2}$ Ellen Stärke und eine lichte Weite von 13 Ellen. Die Pfeilerbreite, rechtwinkelig auf die Brückenebene genommen, ist in der Etagenhöhe 37 Ellen 7 Zoll. Jeder der beiden Spanngurte hat $9\frac{1}{2}$ Ellen Breite.

Das zweite Stockwerk hat 17 Pfeiler von 36 Ellen Höhe. Die Pfeilerstärke beträgt 8 und die Spannweite $22\frac{1}{2}$ Ellen. Die Pfeilerbreite in der Etagenhöhe ist 28 Ellen 19 Zoll und die Breite der Spanngurte $9\frac{1}{2}$ Ellen. Die gekuppelten Pfeiler haben in dieser Etage dieselbe Stärke wie in der unteren.

Das dritte Stockwerk hat 22 Pfeiler von der Höhe 31 Ellen. Die Stärke der Pfeiler beträgt $6\frac{1}{2}$ Ellen und deren Spannweite 24 Ellen. Die Breite eines Pfeilers ist $20\frac{1}{2}$ Ellen und die eines Spanngurtes 5 Ellen. Die Stärke der gekuppelten Pfeiler ist in dieser und der nächstfolgenden obersten Etage gleich und zwar 12 Ellen.

Die vierte Etage hat 22 Pfeiler, deren Höhe bis zur Bahnebene 29 Ellen beträgt. Die Pfeilerstärke ist $5\frac{1}{2}$ und deren Spannweite 25 Ellen. Die Breite der Pfeiler und der Spannbögen ist 14 Ellen. Der linker Hand sich an diese Etage anschliessende Landpfeiler hat 41 Ellen Länge.

Um die Brücke etwa vorkommender Reparaturen halber möglichst vielseitig beobachten und begehen zu können, sind in den Etagen der Längenrichtung nach Pfeileröffnungen angebracht.

as schon erwähnte höhere Stockwerk von 3 Pfeilern,
inerseits an den linken, $70\frac{1}{2}$ Ellen langen Landpfeiler
eits durch einen Doppelpfeiler mit dem beschriebenen
der Brücke verbunden ist, hat in der Mitte des
en, in der Mitte des ersten Bogens, der an den
it, sowie auch der letztere selbst 47 Ellen Höhe.
des Doppelpfeilers ist 21 Ellen und die Weite der
er ausgesparten drei Oeffnungen 5 Ellen. Jeder der
ses Stockwerkes, sowie auch der Mittelpfeiler, sind
$29\frac{1}{8}$ Ellen unter der Bahnlinie mit $\frac{1}{24}$ Anlauf von Br
oberhalb aber in der Stärke von 5 Ellen in Ziegelma
t. Die Sockeln, Tragbögen und Kämpfer dieser vier
on Granit, deren Gründungen und der ganze anstossende
von Bruchsteinmauer.

as verwendete Material des erstbeschriebenen Hauptheile
betreffend, so sind die Gründungen, Sockeln und Pfeile
Gewölbewiderlagern, sowie die Bogenanfänge und Deckpl
r ersten Etage; ferner die Pfeilergründungen, Sockeln, Bogen
e und Deckplatten der zweiten und dritten Etage, sowie endlich
ckeln, Kämpfer, Tragbögen, Hauptsimse der ganzen Brücke
eckplatten der Ballustraden und Perrons von Granit und Sand-
adern. Die Landpfeiler der unteren Etagen, ebenso auch der
Landpfeiler linker Hand und deren Gründungen sind von
teinen, alle übrigen Brückentheile aber von Ziegelmauerwerk
tellt. Sämmtliches Mauerwerk ist lediglich durch Mörtel ohne
fe von eisernen Klammern und Ankern verbunden.

Ganzen beträgt das Mauerwerk der Göltzschthalbrücke
Cubic-Ellen und enthält 265609 Cubic-Ellen Sandstein-
anitquadern und Platten, 394445 Cubic-Ellen Ziegelmauer-
(dazu nahe 20 Millionen Ziegel) und 86652 Cubic-Ellen

Bruchsteinmauer. Es waren erforderlich 124790 Scheffel (à $4,_{62}$ Cub.-Fuss) Kalk, 94053 Cubic-Ellen Grubensand, 17281 Cubic-Ellen Alaunschiefersand und 61013 Cubic-Ellen Alaunschiefer- und Ziegelmehl.

Der zur Göltzschthalbrücke verwendete Granit ist aus vielen Orten der Umgegend von Schönhaide und Morgenröthe, namentlich aus Schreiersgrün, Herlagrün, Tannebergsthal etc. bezogen worden, die Bruchsteine sind den in der Nähe der Baustelle gelegenen Thonschieferbrüchen entnommen, Sandstein ist aus verschiedenen altenburgischen Orten herbeigeschafft, zum Theil auch Pirnaischer und Rochlitzer verwendet und Ziegel sind in mehreren sehr umfänglichen Ziegeleien in der Nähe von Plauen, Reichenbach und Werdau hergestellt worden.

Der Anwendung dieser Baumaterialien gingen eine Reihe sorgfältiger Versuche voran, deren Ergebnisse die nachfolgende Tabelle enthält. Die Bezeichnung mit einem Stern deutet an, dass diese Steinart zur Verwendung gekommen ist.

Versuche

über die **rückwirkende Festigkeit** von verschiedenen Arten **Sandstein, Thon-** und **Glimmerschiefer, Granit** und **Mauerziegel.**

Steinart.	Fundort und Eigenschaft.	Grösse der Versuchskörper Druckfläche: Länge in Zollen	Breite	Höhe	Mittlere rückwirkende Festigkeit auf 1 Quadr.-Zoll in Pfunden.	Anzahl der Versuche	Bemerkung.
Sandstein	Windischleuba b. Altenburg	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2635	7	Zerdrückt.
Desgl.	Rüdersdorf b. Eisenberg	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	3880	2	zerdrückt.
Desgl.	Treben bei Altenburg	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	1456	12	desgl. (Aus diesem Steine sind die obersten Gewölbsteine der G. Brücke hergestellt worden.

Steinart.	Fundort und Eigenschaft.	Grösse der Versuchskörper Druckfläche. Länge	Breite	Höhe in Zollen	Mittlerrückwirkende Festigkeit auf 1 Quadr.-Zoll in Pfunden	Anzahl der Versuche	Bemerkung.
* Desgl.	Pirna (angeblich aus dem Teichbruche)	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3609	9	desgl.
* Desgl.	Eisenberg	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3880	4	desgl.
* Desgl.	St. Gangloff	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	4320	3	nicht zerdr.
* Desgl.	Mannsdorf	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	4320	4	desgl.
* Desgl.	aus demselben Bruche	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	4240	2	zerdrückt.
Desgl.	Serbitz bei Altenburg	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	1540	4	desgl.
Roth. Sandstein	Berga bei Weida	3	3	3	1700	8	desgl.
* Desgl.	Rochlitz	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2843	7	desgl.
Thonschiefr.	Misslareuth	2	1	$2\frac{1}{2}$	5750	1	desgl. auf den Kopf gestellt.
		$2\frac{1}{2}$ 1	1 1	2 2	9266	3	desgl. auf die Lagerseite gestellt.
Desgl.	Tirpersdorf	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{8}$	7670	1	desgl.
Glimmerschiefer	aus der Gegend von Waldenburg	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3328	4	desgl.
* Granit	Schreiersgrün (feinkörnig)	1	1	1	15000	1	desgl.
* Desgl.	desgl. (mit grösseren Feldspathcristallen	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	2	5300	1	desgl.
Desgl.	Brambach	2	2	2	4333	3	desgl.
* Mauerziegel	weiche	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	1620	72	desgl.
* Desgl.	mittelharte	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	2222	72	desgl.
* Desgl.	hart gebrannte	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3370	72	desgl.

Versuche

über die rückwirkende Festigkeit von Maschinenziegeln aus Werdau.

Beschaffenheit der Ziegel.	Länge.	Breite.	Höhe.	Gewicht in Pfden. trocken	nach 24 St. im Wasser	Druck auf 1 Quadr.-Zoll in Pfunden: trocken. erster Sprung bei	trocken. ganz zerstört bei	nass. erster Sprung bei	nass. ganz zerstört bei	Anmerkung.
hart.	11,7	5,7	2,8	9,8	10,7	500	1250	1200	2000	wurde auf 12 Quadr. Zoll probirt; nass wurden 6 Quadr. Zoll erst durch 12000 Pfd. zerstört.
mittel	11,8	5,8	2,85	9,4	10,7	500	1000	750	850	wurde auf 12 Quadr. Zoll probirt.
weich	12	5,9	2,85	9,4	10,9	300	500	250	400	desgl.

Aus dem Vergleiche dieser mit der ersten Tabelle ist ersichtlich, dass Maschinenziegel denen mit Hand gestrichenen an Festigkeit weit nachstehen, weshalb man erstere auch nur zu Pfeilerfüllungen benutzt hat.

Der grösste Druck, welcher sich bei der Göltzschthalbrücke im kleinsten Querschnitte der Granitconstruction äussert, beträgt 170 Pfd. auf 1 Qdr. Zoll, der grösste Druck in der Ziegelconstruction 119 Pfd. auf 1 Qdr. Zoll. Es wird daher von der Mittelsorte der Ziegel $\frac{1}{19}$ ihrer rückwirkenden Festigkeit in Anspruch genommen.

Die Elsterthalbrücke.

Ihre Länge ist 492 Ellen, ihre grösste Höhe über dem Elsterbette $120\frac{1}{8}$ Elle und die Breite der Fahrbahn innerhalb der Brustwehren 14 Ellen. Sie ist, wie oben erwähnt, in zwei Stockwerken aufgebaut, wovon das unterste 295 Ellen Länge und als grösste Höhe bis zur Elstersohle 61 Ellen, das zweite Stockwerk 492 Ellen Länge und $59\frac{1}{8}$ Elle Höhe besitzt.

Das unterste Stockwerk besteht aus 5 Pfeilern, wovon vier zu zwei Doppelpfeilern verbunden sind, welche einen verstärkten Mittelbau darstellen und das Elsterbette einschliessen, der fünfte einfache Pfeiler sich aber ebenso, wie der äusserste von den gekuppelten, durch Landmauern mit dem natürlichen Terrain der beiden ansteigenden Thalseiten verbindet.

Die Breite der drei inneren Pfeiler beträgt auf dem Terrain incl. Vor- und Hinterkopf $58\frac{1}{2}$ Elle, auf dem Sockel $37\frac{1}{6}$ Elle. Die diesen beiden Höhen entsprechende Stärke ist $14\frac{1}{2}$ und 14 Ellen. Die Breite aller fünf Granitpfeiler zu Anfang der Ziegelmauer ist 37 Ellen. Da wo die Ziegelpfeiler auf den Granitpfeilern stehen

sind sie 30 Ellen und bei der Plattenabdeckung 28¼ Ellen breit, die Pfeilerstärke in denselben beiden Höhen ist aber gleich und zwar 12 Ellen. Die Sockelhöhe der drei inneren Pfeiler ist 11 Ellen, die des äusseren Pfeilers auf Plauenscher Seite 6 Ellen 7 Zoll und die des entgegengesetzten 2 Ellen. Ueber den Pfeilersockeln beträgt die Etagenhöhe 50 Ellen. Die lichte Weite der zwei grösseren Gewölbspannungen durch je zwei Gurtbögen beträgt zwischen den Doppelpfeilern bei 31½ Ellen Pfeilhöhe 51 Ellen, die des zweiten Bogens bei 29½ Ellen Pfeilhöhe 47 Ellen, und die der kleineren Bögen zwischen den gekuppelten Pfeilern bei 3 Ellen Pfeilhöhe 12½ Elle. Die Breite der Spanngurte ist 9½ Elle.

Die zweite Etage besteht ausser den zwei mittleren Doppelpfeilern noch aus drei einfachen — einer davon setzt sich aus der unteren Etage fort, die zwei anderen sind unter dem Niveau der ersten Etagenhöhe in den Thalseiten begründet, — und aus zwei doppelten Landpfeilern, wovon der auf linker (Plauenscher) Seite eine 20 Ellen weite Durchfahrt, der entgegengesetzte aber einen 15elligen und wegen der Erdkegelanschüttung mit einer Bruchsteinmauer verblendeten Bogen einschliesst. Bei dem ersten Landpfeiler ist statt des Erddammes auf der unteren Seite eine 200 Ellen lange Futtermauer fortgeführt. Ausser dem obenerwähnten Durchfahrtsbogen in dem linken Landpfeiler und den kleineren Kuppelungsbögen der Doppelpfeiler werden demnach in der zweiten Etage sechs grosse Tragbögen gebildet, wovon der zwischen den Doppelpfeilern befindliche bei 33½ Ellen Pfeilhöhe 55 Ellen lichte Weite, jeder der fünf übrigen bei 31½ Ellen Pfeilhöhe 51 Ellen lichte Weite besitzt.

Die Stärke der fünf mittleren einfachen und Doppelpfeiler am Anfange des Sockels beträgt 12 Ellen, unter der Planie bei den Doppelpfeilern 9, bei den drei andern 8 Ellen. Bei den Landpfeilern

ist die Stärke jedes inneren Pfeilers über dem Sockel $10\frac{1}{2}$, unter der Planie $7\frac{1}{2}$ Ellen, jedes äusseren beziehentlich $8\frac{1}{2}$ und $7\frac{1}{2}$ Ellen.

Die Breiten zu Anfang des Sockels und unter der Planie sind bei den Doppelpfeilern $21\frac{1}{4}$ und $19\frac{1}{4}$ Elle bei den übrigen drei freistehenden Pfeilern $18\frac{1}{2}$ und 16 Ellen; bei den Landpfeilern sind die inneren 17 Ellen $3\frac{1}{2}$ Zoll (und 17 Ellen $1\frac{1}{2}$ Zoll) und 16 Ellen und die äusseren unten und oben 15 Ellen breit.

Das Baumaterial betreffend, so sind die Gründungen aller mittleren Pfeiler der ganzen Brücke, die Sockel, alle Abdeckungsplatten, sowie die Pfeiler selbst bis zur Plattenabdeckung der untersten $12\frac{1}{2}$elligen Gurtpaare von Granit, die Landmauern von Bruchsteinen, die Pfeilervorköpfe von Bruchsteinen mit Granitquadern verblendet, alles übrige Mauerwerk der Pfeiler und die Ueber- und Hintermauerung der Bögen aber von Ziegeln hergestellt.

In der zweiten Etage sind die Gründungen der beiden Landpfeiler, die Ueber- und Hintermauerungen der von diesen eingeschlossenen Bögen, die äussersten Landpfeiler und die Sockel der inneren von Bruchsteinen, alle Sockel, Tragbögen, Deckplatten der Perrons und Ballustraden und die Hauptsimse von Granit, alles übrige Mauerwerk aber ebenfalls von Ziegeln ausgeführt.

Jede Ballustrade besteht aus einer 20 Zoll hohen, $1\frac{1}{2}$ Elle breiten Perronplatte von Granit, auf der eine 12 Zoll starke, $1\frac{5}{8}$ Elle hohe Ziegelbrustwehr steht; letztere hat eine 8 Zoll starke Granitplatte zur Abdeckung, so dass die Totalhöhe der Ballustraden 3 Ellen ist.

Für gleichen Zweck, wie oben bemerkt, sind auch bei dieser Brücke der Längenrichtung nach Pfeileröffnungen angebracht. Ueberdem besitzen aber die Ziegelpfeiler der Materialersparniss halber über diesen Etagenöffnungen noch drei (bei der Göltzschthalbrücke fünf) über einanderstehende, 3 Ellen weite und hohe und mit einem einelli-

gen Kreisbogen überspannte Durchgänge, welche auf beiden Seiten durch 6 Zoll weit zurückgesetzte und mit Luftzugöffnungen versehene Schilde verblendet worden sind.

Im Ganzen beträgt das Mauerwerk der Elsterthalbrücke 331263 Cubic-Ellen und enthält 118762 Granitmauerwerk (incl. 6779 Cubic-Ellen Platten), 171917 Cubic-Ellen Ziegelmauerwerk (dazu sind 12323294 Stück Ziegel verwendet worden) und 40583 Cubic-Ellen Bruchsteinmauer. Es waren erforderlich 45353 Scheffel Kalk, 49301 Cubic-Ellen Sand und 13305 Cubic-Ellen Alaunschiefer- und Ziegelmehl als Mörteleinmischung.

Aller Granitbedarf für die Elsterbrücke, ausser den Wölbquadern, wurde von verschiedenen Orten des oberen Voigtlandes und zwar von Brambach, Auerbach, Schreiersgrün, Tannebergsthal, Trieb etc. geliefert, die Wölbquadern dagegen sind aus der Gegend von Kirchenlamitz in Baiern, und zwar von Schwarzbach aus auf der Eisenbahn herbeigeschafft worden. Bruchsteine hat man aus den Grauwacken- und Thonschiefer-Steinbrüchen bei Jössnitz, Liebau, Trieb und Pfaffengrün, und Ziegel aus den Ziegeleien von Gross und Hiller in Haselbrunn, Herlasgrün und Jössnitz bezogen.

Die Ergebnisse über die mit einem Theile dieser Materialien sorgfältig angestellten Versuche enthalten die folgenden Tabellen.

Versuche

über die rückwirkende Festigkeit des Brambacher Granits.

	Grösse des Würfels.			erster Sprung.	ganz zerstört.	mittlerer Druck auf 1 Quadr.-Zoll in Pfdn.	Farbe.	Bemerkungen.
	Länge Zoll	Breite Zoll	Höhe Zoll	Druck in Pfunden.	Druck in Pfunden.			
1	2	2	2	18000	18000	4500	weiss,	unter vorhergehendem Knistern gesprungen, dann plötzlich zerstört.
2	2	2	2	12000	12000	3000	gelblich,	ohne vollständige Ecken; beim ersten Sprung langsam zerstört.
3	2	2	2	—	22000	5500	gelblicher als 2.	unvollkantiger als 2; ohne Sprung plötzlich zerstört.

Versuche

mit Ziegeln durch 24stündiges Eintauchen in Wasser.

Ziegelei.	I. Classe.				II. Classe.				III. Classe.			
	Gewicht in Pfd.		Gewichts-Zunahme		Gewicht in Pfd.		Gewichts-Zunahme		Gewicht in Pfd.		Gewicht-Zunahme	
	trocken	nass	Pfund	pro Cent	trocken	nass	Pfund	pro Cent	trocken	nass	Pfund	pro Cent
Gross Heidenreich.	8,7	9,9	1,2	13,8	8,7	10,1	1,4	16,1	8,5	10,1	1,6	18,5
	8,8	9,9	1,1	12,5	8,7	10,0	1,3	14,9	8,6	10,0	1,4	16,5
	8,9	10,0	1,1	12,4	9,2	10,5	1,3	14,1	8,3	10,0	1,7	20,5
	durchschnittl,			12,9	durchschnittl,			15,0	durchscnittl.			18,5
Hiller Jössnitz.	8,8	9,7	0,9	10,2	8,6	9,9	1,3	15,1	8,7	10,2	1,5	17,3
	8,3	9,4	1,1	13,2	8,6	9,9	1,3	15,1	8,6	10,1	1,5	17,4
	8,3	9,2	0,9	10,8	8,5	9,8	1,3	15,3	8,6	10,0	1,4	16,3
	durchschnittl.			11,4	durchschnittl.			15,2	durchschnittl.			17,0
Hiller Herlasgrün.	8,6	9,8	1,2	14,0	8,6	10,2	1,6	18,6	8,3	9,9	1,6	19,3
	8,7	9,8	1,1	12,6	8,6	10,2	1,6	18,6	8,4	9,9	1,5	17,2
	8,9	9,8	0,9	10,1	8,7	10,2	1,5	17,2	8,7	10,1	1,4	16,1
	durchschnittl.			12,2	durchschnittl.			18,1	durchsbnittl.			17,8

Versuche

über die rückwirkende Festigkeit der Ziegel zum Elsterthalbrückenbaue.

Name des Lieferanten.	Ziegel-Klasse.	Mittlerer Druck auf 1 Quadrat-Zoll in Pfunden. Die geprüften Ziegel sind gebrannt worden				Durchschnittszahl in Pfunden auf 1 Quadrat-Zoll.
		1846.	1847. am 13. Octbr	1847. am 12. Märr	1848.	
Hiller in Jössnitz.	I.	2300	1740	3800	3640	2870
	II.	2580	1989	3507	2140	2554
	III.	928	1690	1187	1760	1391,25
Hiller in Herlas-grün.	I.	2840	3520	4187	4320	3716,75
	II.	3960	2250	3920	4093	3555,75
	III.	3280	2372	2027	3260	273,4,75
Gross in Hasel-brunn.	I.	3520	2820	4293	4120	3688,25
	II.	2880	2780	3260	2053	2743,25
	III.	1600	1807	1200	1380	1496,75

Tabelle über den Druck

in verschieden hohen Querschnitten in den Pfeilern und in den Widerlagern der Bögen, sowie über die durchschnittliche **Gesammtsenkung** der letzteren.

Ort für welchen der Druck berechnet worden ist.	Druck auf 1 Quadrat-Zoll in Pfunden.	Sicherheit.	Beobachtete durchschnittliche Senkung in Zollen.
Druck auf die Gründung in dem rechter Hand des Elsterflusses stehenden Pfeiler	117	37fach	——
Druck auf die unterste Ziegelschicht in diesem Pfeiler . .	118,2	23 „	——
Desgl. im äussersten Pfeiler rechter Hand	117	23 „	——
Druck in der Höhe der ersten Etage bei dem vorher angegebenen Mittelpfeiler	101	27 „	——
Desgl. im äussersten Pfeiler rechter Hand	115	24 „	——
Druck im Widerlager (Granit) des 55elligen oberen Mittelbogens	87,7	31 „	2,4221
Desgleichen bei den 51elligen oberen Bögen	80,8	34 „	2,74
Desgl. bei dem 51elligen unteren Mittelbogen	71,7	38 „	6
Desgl. bei dem 47elligen unteren Bogen	65,8	42 „	4,77

Bemerkungen.

Die mittlere Tragfähigkeit der Ziegel ist bei dieser Berechnung zu 2750 Pfund, die des Granits zu 4300 Pfund auf 1 Quadrat-Zoll angenommen.

Der auf die Widerlager berechnete Druck äussert sich in den oberen Bögen auf Granit, in den unteren auf Ziegelmauer.

Endlich ist nachträglich die Bemerkung zuzufügen, dass die Ueber- und Hintermauerungen in den Pfeilern nur bis 45 Grad massiv fortgeführt, letztere aber von da an mit zellenförmigen Räumen, sogenannten Spanntrillen, versehen sind.

Die Sohle der hohlen Räume erhielt angemessenes Gefälle nach den in den Granitbögen eingewölbten Ausgusssteinen, damit alles eindringende Wasser schnell daraus abgeführt werde. Durch von der Planie ausgehende und mit Deckplatten und Fallthüren dicht verschliessbare Oeffnungen ist in die Spanntrillen zu gelangen und zu deren Austrocknung sind noch Luftzuglöcher angebracht worden. Ueber den Spanntrillen liegt ein Ziegelpflaster von 3zolligen Klinkern, die mit Rothmörtel gut ausgefugt sind.

Zur Beschotterung der Brücke ist Kies mit einer Schicht von Granitknack für die Bettung der Holzschwellen verwendet. Im Mittel der Beschotterung ist längs der Brücke ein 12 Zoll breiter, mit groben Steinen gefüllter und mit Gefälle nach den Sickerkanälen der Ausgüsse in den Gewölbscheiteln versehener Sickerkanal angelegt.

Um nun die Zeit der Erbauung und die Namen der Erbauer dieser Brücken an diesen selbst hervorzuheben und der Zukunft zu überliefern, sind an deren Aussenseiten nahe unter den Ballustraden, und innerhalb derselben Votivtafeln eingesetzt worden.

Die äusseren Tafeln befinden sich 1 Elle über den Tragsteinen der obersten Gewölbbögen zwischen je zwei gekuppelten Pfeilern eingesetzt. Die Füllung dieser Tafeln besteht aus Granitquaderschichten, die als Binder und Läufer aufeinanderliegen und die Buchstaben und Zahlen 4 Zoll hervorstehend ausgearbeitet enthalten. Eine solche Votivtafel ist $9\frac{1}{2}$ Elle lang und 4 Ellen 21 Zoll hoch, incl. der 10 Zoll breiten Kranzeinfassung von Gattendorfer Marmor. Die Buchstaben sind 1 Elle hoch, die Grundstrichstärke der Zahlen ist $7\frac{1}{2}$ Zoll, die der Buchstaben 6 Zoll, die Stärke der Haarstriche 2 Zoll.

Die an der Innenseite der Ballustraden einander ebenfalls gegenüber und mit Kranzeinfassungen von schwarzem Marmor eingesetzten kleineren Votivtafeln sind von weissem Marmor und die Schrift ist mit vergoldeten Bronzebuchstaben aufgesetzt. Eine der inneren Votivtafeln sowohl bei der Göltzsch- als bei der Elsterthalbrücke enthält folgende Inschrift: 1)

DEO JUVANTE
AUSPICIIS
FRIDERICI AUGUSTI REGIS
PATRIS PATRIAE
PONS HICCE
FUNDATUS DIE XXXI MAII
A. MDCCCXLVI.
INAUGURATUS DIE XV. JULI
A. MDCCCLI.

Die gegenüberstehende Votivtafel enthält ein Motto und zwar:

Bei der Göltzschthalbrücke: 2)

FRUGIFEROS CELERET MOTUS
IMMOBILIS IPSE.

Bei der Elsterthalbrücke: 3)

STANDO DISTANTIA
IUNGAT.

Die vier äusseren Tafeln enthalten folgende Aufschriften:

An der Göltzschthalbrücke:

GEGRÜNDET **1846.**	VOLLENDET **1851.**
OB. INGEN. **R. WILKE.**	INGENIEUR **F. DOST.**

An der Elsterthalbrücke:

GEGRÜNDET **1846.**	VOLLENDET **1851.**
OB. INGEN. **R. WILKE.**	INGENIEUR **H. KELL.**

1) Mit Gottes Beistande unter der Regierung des Königs Friedrich August, des Vaters des Vaterlandes, ist diese Brücke am 31. Mai 1846 gegründet, am 15 Juli 1851 eingeweihet.

2) Selbst unbeweglich, möge sie erspriessliche Bewegungen beschleunigen.

3) Feststehend verbinde sie Entfernungen.

Kostenberechnung der Göltzschthalüberbrückung.

	Rthlr.	Ngr.	Pf.
Sandstein mit Granitmauerwerk 265609 Cubic-Ellen excl. Mörtel und Arbeitslohn à 3,624 Rthlr.	961622	25	3
Ziegelmauerwerk 394445 Cubic-Ellen excl. Mörtel und Arbeitslohn à 0,713 Rthlr. .	281325	12	5,5
Bruchsteinmauerwerk 86652 Cubic-Ellen excl. Mörtel und Arbeitslohn à 0,387 Rthlr. .	33513	24	4,5
Cement- und Kalkmörtel pr. Cubic-Elle, Mauerwerk durchschnittlich 5,77 Ngr. . . .	145505	1	0,5
Maurer- und Handlangerlöhne pr. Cubic-Elle Mauerwerk durchschnittlich 8,365 Ngr. .	211079	29	6
Rüstung und Zimmerlöhne (585000 laufende Ellen Holz von durchschnittlich 9 und 10 Zoll Stärke)	255911	28	4,5
Baugeräthe, Maschinen, Transportmittel, Eisen	96074	17	9,5
Fundamentirungsarbeiten	93664	5	3,5
Besoldungen	24899	2	—
Insgemein	96277	—	5
Summa	2199873	26	2

Kostenberechnung der Elsterthalüberbrückung.

	Rthlr.	Ngr.	Pf.
Granitmauerwerk 118762 Cubic-Ellen excl. Mörtel und Arbeitslohn à 3,497 Rthlr. .	415248	14	—
Ziegelmauerwerk 171918 Cubic-Ellen excl. Mörtel und Arbeitslohn à 0,7801 Rthlr. .	134116	19	6
Bruchsteinmauerwerk 40583 Cubic-Ellen excl. Mörtel und Arbeitslohn à 0,427 Rthlr. .	17428	5	8
Latus	566793	9	4

	Rthlr.	Ngr.	Pf.
Transport	566793	9	4
Cement - und Kalkmörtel pr. Cubic - Elle Mauerwerk durchschnittlich 5,13 Ngr. .	58845	23	2
Maurer - und Handlangerlöhne pr. Cubic-Elle Mauerwerk durchschnittlich 8,161 Ngr. .	93577	—	2
Rüstung und Zimmerlöhne (336000 laufende Ellen Holz von durchschnittlich 10 und 12 Zoll Stärke)	158228	7	3
Baugeräthe, Maschinen, Transportmittel, Eisen	38139	13	7
Fundamentirungsarbeiten	57774	16	8
Besoldungen	20787	7	3
Insgemein	48747	22	7
Summa	1042893	10	6

Im Vergleich mit anderen ähnlichen, oder einen gleichen Zweck erzielenden Bauwerken wird der hier als begründet anzusehende Kostenbetrag gewiss sehr mässig und jedenfalls weit niedriger erscheinen, als ihn die Umfänglichkeit und Solidität dieser Bauwerke bisher im Publikum hat annehmen lassen.

Dritter Abschnitt.

Die Britannia-Röhrenbrücke über die Menai-Meerenge in England.

Wie schon oben erwähnt, besitzt England im Verhältnisse zu seiner Ausdehnung das ausgebreitetste Eisenbahnnetz zwischen seinen Handels- und Fabrikorten. Die Länge der jetzt in England, Schottland und Irland ausgeführten Eisenbahnen beträgt nahe 7400 englische Meilen. Um nun dieses vorzugsweise in England vielfach verzweigte Bahnnetz und somit dessen Hauptverkehrspunkte auf dem kürzesten Wege mit Irland zu verbinden, hat man von Chester aus, wo die Bahnen von London-Birmingham und Manchester-Liverpool einmünden, eine grösstentheils am Meeresufer nach der Westküste von Wales hingehende Bahn nach und durch die Insel Anglesea bis zum Hafen der Insel Holyhead geführt. Denn von hier aus legen die Dampfschiffe die Strecke von 64 englischen Meilen bis zum Hafen bei Dublin oder Kingstown gewöhnlich in 7 bis 8 Stunden zurück. Der bedeutende Personen- und Güterverkehr zwischen diesen beiden Häfen rief schon vor beinahe 30 Jahren ein Meisterwerk der Baukunst, die berühmte Kettenbrücke von Telford hervor.[1]) Der

[1]) Die beschwerliche Ueberfahrt über die Menaistrasse nach der Insel Anglesea veranlasste schon seit Anfang dieses Jahrhunderts Verhandlungen über

später gefasste Plan, die eine Seite dieser Brücke für die Eisenbahnzüge zu benutzen, wurde jedoch schon aus dem Grunde bald wieder aufgegeben, weil der so rege Verkehr ein doppeltes Bahngeleise

---

eine Brückenanlage. Im Jahre 1810 schlug der Ingenieur Telford eine gusseiserne Brücke mit einem Bogen von 500 Fuss Spannung vor, doch wurde erst im Jahre 1818 ein anderweiter Entwurf von ihm zu einer Kettenbrücke von dem Parlamente genehmigt, deren Bau bereits in demselben Jahre begonnen, und dieselbe im Januar 1826 eröffnet. Die imposante Grösse dieses Bauwerkes lassen voraussetzen, dass Angaben über die Hauptdimensionen und Bestandtheile desselben hier einigen Platz finden dürfen. Die beiden, den Hauptbogen bildenden Tragpfeiler für die Auflagerung der Spannketten, befinden sich nahe 580 engl. Fuss von einander entfernt, und sind nach beiden Seiten hin durch Bögen von 52½ Fuss Spannung mit den Flügelmauern verbunden, so dass die Brücke ausser den zwei Tragpfeilern, auf der einen Seite noch drei, auf der andern noch zwei freistehende Pfeiler besitzt. Die Gewölbeanfänge der durch sämmtliche 7 Pfeiler gebildeten 7 steinernen Bögen befinden sich 65 Fuss über dem Hochwasser. Die Stärke aller Pfeiler in der Richtung der Brückenbreite gemessen, beträgt im Fundamente 66½ Fuss; dagegen ist die Breite der Haupt- oder Tragpfeiler im Fundamente nach der Längenrichtung der Brücke gemessen, 52½ Fuss und in der Höhe der Fahrbahn 28 Fuss. Die Breite der andern Pfeiler ist im Fundamente 22 Fuss und in der Kämpferhöhe 11 Fuss. Die Tragpfeiler sind nicht massiv, sondern in ihrem Innern mit zwei Kammern ausgeführt. Diese Pfeiler haben vom Hochwasser 152 Fuss, von den Fahrbahnen noch 52 Fuss Höhe und besitzen für letztere zwei gewölbte Ein- und Ausfahrten von 20 Fuss Höhe. Das ganze Mauerwerk besteht aus einem festen Kalkstein und ist mit Roman-Cement und eisernen Diebeln verbunden. Die Zufuhr der Baumaterialien wurde durch Eisenbahnen erleichtert. Der nach der Seite der Insel Anglesea gelegene Tragpfeiler ist auf dem aus dem Meeresarme hervorstehenden und Ynys-y-Moch genannten Felsenriffe erbaut.

Die Brückenbahn ist an 16 fünfgliederigen Ketten, je 4 über einander, aufgehangen, wovon die längeren Glieder 3½ Zoll hoch, 1 Zoll dick und von Mitte zu Mitte der Bolzenöffnungen 9 Fuss 1½ Zoll lang sind; die Verbindungsglieder oder Blätter haben gleiche Dicke, 6½ Zoll Höhe und 17 Zoll Länge. Die Verbindungsbolzen sind 3 Zoll stark, an einem Ende mit Kopf, am andern mit Schraube zur Aufbringung einer Mutter versehen. Durch jede Verbindungsstelle gehen drei solche Bolzen. Von Mitte zu Mitte der Verbindungsglieder ist die Entfernung 10 Fuss. Der durch 80 Glieder der 16 Kettenstränge gehende Querschnitt beträgt demnach 80. 3¼. 1 = 260 Quadratzoll, und der Pfeil

…werth machte, wozu aber insbesondere noch die Zweifel traten, ob eine solche Hängebrücke wegen ihrer beträchtlichen Schwankungen die Benutzung für eine Eisenbahn überhaupt gestatte.

… oder die Bogenhöhe der Spannketten in der Mitte zwischen den Tragpfeilern 43 Fuss. Das Stangeneisen zu den Kettengliedern ist wiederholt geglüht und gut ausgeschmiedet, und in diese sind ebenso, wie in die Verbindungsblätter die Oeffnungen oder Augen aus dem Vollen gebohrt worden.

Von den Spannketten hängen in 5 zu 5 Fuss Entfernung vertical herab die Tragketten von 1 Quadratzoll Querschnitt und an diesen die Brückenbahn, welche 28 Fuss breit und in 2 Fahrbahnen von je 12 Fuss und den dazwischen liegenden Fussweg von 4 Fuss Breite abgetheilt ist. Die herabhängenden Tragstangen bilden mit den Spannketten eine geländerartige Einfassung der Fahrbahnen, wozu jedoch an den Aussenseiten noch ein aus Schienen enger geflochtenes 6 Fuss hohes Gitter kommt. Da die Länge der Tragstangen von den Tragpfeilern aus nach dem Scheitel des Kettenbogens hin allmählig abnimmt, so bestehen die nächst den Hauptpfeilern herabgehenden Tragstangen aus 4, die mehr nach der Bogenmitte hinliegenden aber aus 3 und 2 Stücken, wogegen die nächst dem Bogenscheitel selbst befindlichen nur einfache Länge haben.

Die Brückenbahn ist bei den Tragpfeilern 100 Fuss, in der Mitte 102 Fuss über dem höchsten und 123 Fuss über dem niedrigsten Wasserstande entfernt; sie liegt auf schmiedeeisernen Querstangen, unter welchen zu mehrer Festigkeit der Bahn schmiedeeiserne Sprengwerke angebracht sind, und besteht aus einer doppelten Schicht von 2 bis 3 Zoll starken, der Länge der Brücke nach gehenden Bohlen mit zwischengelegtem Patentfilz zum Schutze für das Holz. In den Fahrbahnen ist noch eine dritte Bohlendecke von 2 Zoll Dicke der Quere der Brücke nach aufgelegt. Jede Fahrbahn ist durch zwei eichene, 14 Zoll hohe Längenschwellen abgegrenzt.

Da die Schwingungen der Spannketten bei einer festen Verbindung derselben auf den Tragpfeilern sich nachtheilig auf die letzteren äussern würden, so liegen die Spannketten am Scheitel jedes Tragpfeilers auf viertheiligen gusseisernen Sätteln, welche wieder auf schmiedeeisernen Rollen beweglich sind, und gehen von da ab in der Entfernung von nahe 350 Fuss auf der einen und 400 Fuss auf der andern Seite noch oberhalb der Fahrbahn, dann aber auf jeder Seite nahe 200 Fuss unterhalb derselben in drei in Felsen gehauenen Stollen fort, welche sich an ihren Enden zu 9 Fuss breiten Kammern erweitern. Der mittelste Stollen auf jeder Seite nimmt die, die Fussbahn einschliessenden mittleren Kettenreihen auf, in den äusseren Stollen sind aber die an den Aussenseiten der Brücke fortlaufenden Kettenreihen fortgeführt, und die Endglieder

Diese Kettenbrücke überschreitet die Menaistrasse, einen die Insel Anglesea von Nordwales trennenden Meeresarm, und vermittelt die allerdings früher weit frequentere Chaussee-Verbindung mit der Insel

---

aller Spannketten mit den daran befestigten schmiedeeisernen Bolzen in die Vertiefungen massiver gusseiserner Platten eingelegt, welche sich an die Seitenwände der Kammern stützen. Die Bolzen sind 9 Fuss lang und 6 Zoll stark. Auf ähnlichen gusseisernen beweglichen Sätteln, wie die auf den Tragpfeilern, liegen die Ketten auch an den Stellen, wo sie ihre Richtung ändern, was einerseits vor dem Eintritte in die Stollen, auf der andern Seite innerhalb derselben stattfindet.

Sowohl die über den Sätteln liegenden Kettenglieder, als auch die in den Kammern, sind stärker als die übrigen, und es haben letztere 4 Zoll Höhe und $1\frac{1}{2}$ Zoll Stärke. In einer Reihe der Kettenglieder und Verbindungsblätter nächst den Tragpfeilern befinden sich statt der $3\frac{1}{16}$ Zoll weiten Oeffnungen $13\frac{1}{2}$ Zoll lange Schlitze, um Keile eintreiben und dadurch den Ketten bei ihrer Einhängung die entsprechende Spannung geben zu können.

Um die Schwingungen der ausserhalb der Tragpfeiler und über die steinernen Gewölbbögen fortgehenden Spannketten möglichst zu beseitigen, sind angemessen starke gusseiserne Platten von 5 Fuss Länge und 8 Zoll Breite eingemauert, deren hervorstehende Enden eine Oeffnung besitzen, um die darüber befindliche Brückenbahn zu verbolzen und auf dem Mauerwerke festzuhalten.

Endlich ist noch das Vorkehrungsmittel zu erwähnen, wodurch man den starken Schwingungen der Brücke, die bei heftigen Stürmen eintreten würden, zu begegnen gesucht hat. Für diesen Zweck sind an je 4 Puncten innerhalb und ausserhalb der Tragpfeiler eiserne Rahmen querüber zwischen den Spannketten befestigt, welche aus zwei übereinander liegenden gusseisernen Röhren mit durchgezogenen und damit an den Enden verbolzten schmiedeeisernen Stangen bestehen. Diagonal sich kreuzende Stangen verbinden diese Röhren zu festen gitterförmigen Rahmen.

Die Glieder aller Spannketten und Tragstangen sind vor dem Gebrauche geprüft und dabei einer Belastung von 11 Tonnen = 220 engl. Ctnr. unterworfen worden.

Das Gewicht der zwischen beiden Tragpfeilern aufgehangenen Spannketten, Tragstangen, Brückenbahn, Rahmen etc. nach englischem Gewicht, den Centner zu 112 Pfund, ist folgendes:

4520 Stück Kettenglieder	4903	Ctnr.	48 Pfd.
5520 Verbindungsblätter derselben	1592	„	73 „
Latus:	6496	Ctnr.	9 Pfd.

Taf. I.

F. Rudolph lith.

Britania-Röhrenbrücke.

..Anst. v. J. Steinmetz in Meissen

24

2

der 1

I

en T

ls um

lieder

ndung

Anglesea in gleicher Weise, als es für die obengenannte Bahn nunmehr durch die ebenfalls ohnweit Menai erbaute Britannia-Röhrenbrücke (tubular bridge) erfolgt.

		Ctnr.	Pfd.
	Transp.:	6496 Ctnr.	9 Pfd.
1872	drei Zoll starke Schraubenbolzen	901 „	89 „
1332	kurze Verticalstangen und ebensoviel Schraubenbolzen, 12 Zoll lang, 1¼ Zoll dick, zur Verbindung der übereinanderfortgehenden Spannketten resp.	78 „ / 67 „	39 „ / 94 „
	Andere einzelne Eisenstücke	243 „	51 „
8000	Quadratfuss Patentfilz in die Gliederverbindungen	47 „	70 „
	Bleiweiss, womit dieser Filz gesättigt ist	50 „	— „
	Gesammtgewicht der 16 Spannketten zwischen den Tragpfeilern	7885 Ctnr.	16 Pfd.
	Hierzu:		
1364	verticale Tragstangen verschiedener Länge	417 „	4 „
	Verbindungsblätter und Bolzen derselben	120 „	2 „
111	schmiedeeiserne Querstangen unter der Brückenbahn, nebst Verbindungsgliedern	505 „	29 „
6666	Cubicfuss danziger Föhrenholz für die Brückenbahn à 37 Pfund	2202 „	18 „
1379	Cubicfuss amerikanisches Fichtenholz zu den Bohlen der Fahrbahn à 32 Pfd.	394 „	— „
916	Cubicfuss afrikanisches Eichenholz zu Begrenzungsschwellen der Fahrbahn à 64 Pfd.	523 „	48 „
24795	Quadratfuss Patentfilz, mit Theer und Pech getränkt, zwischen die Holzbohlen der Brückenbahn eingelegt	147 „	56 „
222	Geländerstücke von Schmiedeeisen à 89 Pfd.	176 „	46 „
4	guss- u. schmiedeeiserne Rahmen zur Verminderung der Schwingungen zwischen den Spannketten	76 „	76 „
	Schrauben, Nägel und andere Stücke für die Brückenbahn	426 „	104 „
	Hiernach ist das zwischen den Hauptpfeilern hängende Gesammtgewicht	12874 Ctnr.	63 Pfd.

oder 1,441951 Pfund.

Das für die ganze Brücke verwendete Eisen übertrifft aber das zwischen den Tragpfeilern hängende Gewicht des Eisens, Holzes u. s. w. noch mehr als um das Dreifache; denn das Gewicht aller 16 Kettenstränge mit 14666 Gliedern in ihrer ganzen Länge ist nahe 16000 Ctnr., das der 17952 Verbindungsblätter über 5178 Ctnr., das der Kettenbolzen ca. 3000 Ctnr., das

Die Uebergangsrichtung für diese Brücke, sowie auch deren Name, hat sich durch den aus dem Meere hervorragenden sogenannten Britanniafelsen bestimmt, welcher den grössten Mittelpfeiler auf-

---

aller Tragstangen über 1080 Ctnr; jeder der 6 Befestigungsrahmen in den Kammern wiegt 20 Ctnr. und jeder der 24 Anhängungsbolzen der Kettenenden an diesen Rahmen bei einer Länge von $9\frac{1}{2}$ Fuss wiegt nahe 4 Centner. Hieraus, und durch das beträchtliche Gewicht von Guss- und Schmiedeeisen, welches noch von den Sätteln, Platten, Ankern, Diebeln etc. hinzuzurechnen ist, wird es erklärlich, wenn das Gesammtgewicht des Eisens über $4\frac{1}{3}$ Millionen Pfund oder 39000 Centner angegeben wird.

Die erste Spannkette wurde am 23. April 1825 über die Meerenge und Tragpfeiler gezogen, nachdem sie mittelst eines dazu besonders erbauten Flosses bei zunehmender Fluth von der Küste von Carnarvon zwischen die Tragpfeiler geführt worden war. Das Erheben geschah mittelst starker Erdwinden unter dem Jubel vieler Zuschauer, und in der Zeit von $2\frac{3}{4}$ Stunden, vom Abfahren des Flosses an gerechnet, war die erste Hauptkette eingehangen.

Die Brücke hatte bei ihrer Eröffnung, den 30. Januar 1826, eine starke Probe zu bestehen, denn ohngeachtet eines heftigen Sturmes war sie mit Wägen, Reitern und Fussgängern vollgedrängt.

Es ist in England nicht selten, für grössere technische Ausführungen vorher Probemodelle anzufertigen, um die Dimensionen einzelner Theile zu ermitteln oder die Festigkeit des Materials zu prüfen. So geschah es auch hier insoweit, dass Telford eine Probekette im vierten Theile der zwischen die Tragpfeiler einzuhängenden Spannketten für den Zweck verfertigen liess, um die Länge der verticalen Tragstangen für die Brückenbahn darnach abmessen zu können. Eine Reihe vorangegangener Telford'scher Versuche über die Stärke des Schmiedeeisens sind von Barlow zusammengestellt und veröffentlicht worden.

Hieran schliessen sich noch einige Rechnungswerthe über die aus der Tragkraft des Eisens abzuleitende Sicherheit dieser Brücke. Bezeichnet man das obenberechnete Gewicht (12784 Ctnr.) des zwischen den Tragpfeilern hängenden Kettenbogens nebst Brückenbahn mit Q, mit der darauf befindlichen Last aber durch Q', die daraus entspringende Verticalspannung eines beliebigen Kettenpunktes für die unbelastete oder belastete Brücke resp. durch V und V' und die beziehliche Horizontalspannung durch H und H'; ferner die Spannweite des Kettenbogens durch 2a und die Pfeilhöhe durch b, so ist dann die Verticalspannung V oder V' in jedem Aufhängepunkte

nimmt. Dieses so eigenthümliche und im grossartigsten Maassstabe erprobte Brückensystem lässt sich aber als das Ergebniss einer Forderung betrachten, welche von der einen Seite ebenso consequent

---

$$V = \frac{Q}{2} \text{ und } V' = \frac{Q'}{2}$$

die diesen Puncten entsprechende Horizontalspannung aber

$$H = V \operatorname{cotg}\alpha \text{ und } H' = V' \operatorname{cotg}\alpha,$$

$$\text{oder } H = \frac{Q}{2} \operatorname{cotg}\alpha \text{ und } H = \frac{Q'}{2} \operatorname{cotg}\alpha$$

und folglich

$$V = \frac{12874}{2} = 6437 \text{ Centner.}$$

Nimmt man auf den laufenden Fuss der Brückenbahn, dem eine Fläche von 28 Quadratfuss gleich ist, als stärkste Belastung 16 Personen à 163 Pfd. darauf befindlich an, so kommt auf die ganze Brückenbahn die Last von 13533 Ctnrn.. Mit Hinzurechnung von Q ist dann $Q' = 13533 + 12874 = 26407$ Ctnr.

Hieraus ergiebt sich $V' = \frac{Q'}{2} = \frac{26407}{2} = 13203{,}5$ Ctnr.

Für die Annahme des Kettenbogens als Parabel lässt sich der Winkel α oder die Neigung der Kettenenden gegen den Horizont durch den Ausdruck

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{2b}{a} = \frac{2.\,43}{290} = 0{,}296551 = 16^\circ\,31'; \text{ demnach}$$

$$H = \frac{Q}{2} \operatorname{cotg}\alpha = 6437.\,\frac{1}{0{,}296551} = 21706 \text{ Ctnr.}$$

$$\text{und } H' = \frac{Q'}{2} \operatorname{cotg}\alpha = 13203{,}5.\,\frac{1}{0{,}296551} = 44523 \text{ Ctnr.}$$

Hieraus ist nun die nach tangentialer Richtung auf die Aufhängepuncte wirkende Kraft oder die mittlere Gesammtspannung auf die Enden des Kettenbogens abzuleiten; sie möge ohne oder mit Belastung durch S und S' bezeichnet werden, dann ist

$$S = \sqrt{V^2 + H^2} = V\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2\alpha} = \frac{Q}{2\sin\alpha} = \frac{6437}{0{,}28429} = 22642 \text{ Ctnr.}$$

$$\text{und } S' = \sqrt{V'^2 + H'^2} = V'\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2\alpha} = \frac{Q'}{2\sin\alpha} = \frac{13203{,}5}{0{,}28429} = 46444{,}7 \text{ Ctnr.}$$

Da nun der Querschnitt sämmtlicher Tragketten zu 260 Quadratzoll gefunden wurde, so ergiebt sich durch Division damit in die Werthe dieser

festgehalten, als ihr anderseits durch die höchst sinnreiche Lösung vollkommen genügt wurde. Diese Forderung ging von der englischen Admiralität aus, welche das Interesse der Schifffahrt auf die ent-

---

beiden Spannungen das Gewicht, womit ein Quadratzoll des Kettenquerschnittes belastet ist, zu

$$\frac{22642}{260} = 87 \text{ Centner und } \frac{46444,7}{260} = 178,6 \text{ Ctnr.}$$

Nach mehrfachen Telford'schen Versuchen trägt eine schmiedeeiserne Stange von 1 □' Querschnitt im Mittel 590 Ctnr. Hiernach wird bei den Tragketten im ersten Falle deren Festigkeit in Anspruch genommen zu $\frac{590}{87} = 6,8$ oder nahe zum 17. Theile, bei der belasteten Brücke aber zu $\frac{590}{178,6} = 3,3$ oder noch nicht bis zum dritten Theile der Zerreissungsfestigkeit. Auch die Probe unterwarf die Kettenglieder vor ihrem Gebrauch schon einer Spannung von 11 Tonnen = 220 Ctnr., das ist um 42 Centner mehr, als bei der angenommenen grössten Belastung.

Leicht kann endlich noch die Frage entstehen, welche Ausdehnung die Tragketten ohne oder für die angenommene Belastung der Brückenbahn erfahren, und welche Einsenkung daraus in der Mitte der letzteren hervorgehe. Das Verhältniss der Ausdehnung zur Länge der Ketten lässt sich nun durch Division der letztgefundenen Belastungswerthe für 1 Quadratzoll in den hier anzunehmenden Tregoldt'schen Elasticitätsmodel 222500 Ctnr. bestimmen,

d. g. $\frac{222500}{87} = \frac{1}{2557}$ und für die belastete Brücke

$$\frac{222500}{178,6} = \frac{1}{1246}$$

Hiernach beträgt die Ausdehnung für den zwischen den Sätteln der Tragpfeiler hängenden und 588,4 Fuss langen Kettenbogen

$$\frac{588,4 \cdot 12}{2557} = 2,7 \text{ Zoll,}$$

für die ganze Kettenlänge von 1740 Fuss aber

$$\frac{1740 \cdot 12}{2557} = 8,16 \text{ Zoll.}$$

Ebenso ist für die angenommene grösste Belastung die Ausdehnung für beide Fälle

$$\frac{588,4 \cdot 12}{1246} = 5,7 \text{ Zoll und } \frac{1740 \cdot 12}{1246} = 16,7 \text{ Zoll.}$$

schiedenste Weise zu wahren sucht. Wegen des ungehinderten Durchganges der Seeschiffe stellte nämlich die Admiralität diesem Brückenbaue dieselben Bedingungen, welche sie schon früher bei Anlegung der Kettenbrücke festgehalten hatte; sie verlangte, dass unter der Fahrbahn ein rectangulärer Raum von 450 Fuss lichter Weite und durchgehends 105 Fuss lichter Höhe über dem Stande des Hochwassers stattfinden müsse, dass der Mittelpfeiler auf dem Britanniafelsen die Stärke von 50 Fuss nicht überschreite und die Brücke ohne Lehrgerüste erbaut werde.

Nachdem daher auch neuerdings der Entwurf zu einer gusseisernen Brücke mit zwei Bögen zu je 450 Fuss Spannweite und 105 Fuss Scheitelhöhe über dem Hochwasserspiegel, als den gestellten Bedingungen nicht hinreichend entsprechend, verworfen worden war, schlug der Oberingenieur Stephenson eine Röhrenkettenbrücke in der Art vor, dass an die wie gewöhnlich angeordneten Hängeketten eine aus gewalzten eisernen Platten zusammengenietete Röhre aufgehangen werde, welche die Fahrbahn für die Dampfwagenzüge in sich selbst aufnehme, und hierfür Tragkraft und Stärke genug besitze, um den den Hängebrücken eigenthümlichen Schwankungen genugsam zu widerstehen. Dieser ebenso genialen als kühnen Idee stellte der Ingenieur Fairbairn das Bedenken entgegen, dass durch die Vereinigung der oscillirenden Ketten mit dem unbiegsamen Röhrenkörper eine allmählige Lockerung und gefährliche

---

Die auf die ganze Kettenlänge lediglich durch die Belastung eintretende Ausdehnung beträgt sonach: $16{,}7 - 8{,}16 = 8{,}54$ Zoll.

Die Rechnung lässt hieraus für die belastete Brücke in deren Mitte eine Einsenkung von nahe 21 Zoll ableiten, woraus allerdings die sehr bemerklichen verticalen Schwankungen erklärlich werden, welche darüber bewegte grössere Lasten verursachen.

Diese Kettenbrücke hat 8 volle Jahre zu ihrer Herstellung erheischt und nahe 2 Millionen Thaler gekostet.

Zerstörung der Verbindung herbeigeführt werden möchte, und es erhielt derselbe Veranlassung zu vorläufigen Versuchen über die Tragfähigkeit von Röhren aus gewalztem Kesselblech, deren Enden auflagern. Diese mit kreisförmigen, elliptischen und rechteckigen Röhren und selbst bis zu ⅙ der natürlichen Grösse angestellten Versuche gewährten sowohl eine Reihe interessanter Beobachtungen, als auch immer mehr die Ueberzeugung, dass dergleichen nur mit ihren Enden aufgelagerte Röhren, die für den beabsichtigten Zweck erforderliche Festigkeit besitzen. Ganz besonders wiesen aber die Ergebnisse dieser Versuche in doppelter Beziehung auf die Röhrenform hin, indem erstens die Röhren mit rechteckigem Querschnitt die bei weitem grösste Tragkraft zeigten und zweitens, dass die letztere dann die möglichst grösste werde, wenn man das Material auf der oberen Seite der Röhre verstärkte. Das zweite Ergebniss findet seine Erklärung darin, dass ein Balken die grösste Last dann zu tragen vermag, wenn die in seinem Querschnitte oberhalb der neutralen Axe liegenden Faserschichten der gleichzeitig eintretenden Zusammendrückung ebensostark widerstehen, als die unterhalb derselben liegenden Fasern der Ausdehnung. Da nun Schmiedeeisen dem Zerreissen stärker widersteht, als dem Zerdrücken, so ist hieraus leicht zu folgern, dass bei einem rechtwinklig auf seine Längenrichtung belasteten hohlen Balken aus Kesselblech die obere Seite desselben grössere Dicke oder mehr Material besitzen müsse, als die untere. Da aber von mehreren Balken mit gleichem Querschnitte derjenige die grösste relative Festigkeit hat, bei dem das Material von der neutralen Axe am weitesten nach oben und unten hin vertheilt ist, so wird hieraus auch das erste Ergebniss erklärlich, da bei Röhren mit einem kreisförmigen oder elliptischen Querschnitte, das Material dieser Axe näher liegt, bei rechteckigen Röhren von gleichen Dimensionen aber entfernter angehäuft ist.

Obschon die letzteren Beobachtungen nur eine Bestätigung schon bekannter Erfahrungssätze waren, so lieferten doch diese und noch mehr die von Hodgkinson veranlassten Versuche mit einer im sechsten Theile der grösseren Britanniabrückenröhren construirten Modellröhre vor Beginn der über den Conwayfluss ebenfalls für diese Eisenbahn projectirten Röhrenbrücke noch manche ergänzende Erfahrungen über die Eigenschaften des Schmiede- und Gusseisens.

Die Resultate der im April 1847 abgeschlossenen Versuche finden sich in den nachstehenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt.

I. Vergleichende Zusammenstellung der Gewichte und Tragfähigkeit von Röhren kreisförmigen Querschnittes.

Entfernung der Stützpunkte. Fuß.	Zoll.	Durchmesser. Zoll.	Dicke der Platten. Zoll.	Gewicht der Röhre. Pfund.	Gewicht, welches den Bruch bewirkt. Pfund.	Verhältniss der beiden vorigen Gewichte.	Art des Weichens.
17	0	12,18	0,034	102	3040	1: 29,0	Oben eingedrückt.
17	0	12,00	0,037	107	2704	1: 25,2	
15	7½	12,40	0,131	392	11440	1: 29,1	Am Boden längs der Nietnägellöcher auseinander gerissen.
23	5	18,26	0,058	334	6400	1: 19,1	Desgl.
23	5	17,68	0,063	346	6400	1: 18,5	Desgl.
23	5	18,18	0,119	777	14240	1: 18,3	Desgl.
31	3¼	24,00	0,095	907	9760	1: 10,7	Desgl.
31	3¼	24,30	0,095	1385	14240	1: 10,2	Desgl.
31	3¼	24,20	0,135	1005	10880	1: 10,8	Desgl.

II. Vergleichende Zusammenstellung der Gewichte und Tragfähigkeit von Röhren elliptischen Querschnittes.

Entfernung der Stützpunkte. Fuß.	Zoll.	Grosse Axe. Zoll.	Kleine Axe. Zoll.	Dicke der Platte. Zoll.	Gewicht der Röhre. Pfund.	Gewicht zum Zerbrechen. Pfund	Verhältniss beider vorigen Gewichte.	Art des Weichens.
17	0	14,62	9,25	0,62	109	2100	1: 19,2	Oben zusammen gedrückt.
17	6	15	9,75	1,39	374	15490	1: 40	An beiden Seiten zerrissen.
18	6	12	7,5	0,95	232	6867	1: 29,6	Durch Zusammendrückung.
18	6	12	7,5	„ „	232	5648	1: 24,3	
24	0	21,66	13,5	1,36	708	17076	1: 24,1	D. Ausdehnung.
24	0	21,25	14,12	0,45	357	7714	1: 21,7	D. Zusammendr.

III. Vergleichende Zusammenstellung der Gewichte und Tragfähigkeit von Röhren rechteckigen Querschnittes.

Entfernung der Stützpuncte.		Höhe der Röhre.	Breite der Röhre.	Dicke der Platten.		Gewicht der Röhre	Gewicht zum Zerbrechen.	Verhältniss der beiden vorigen Gewichte.	Art des Weichens.
Fuß.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Oben Zoll.	Unten Zoll.	Pfund.	Pfund.		
17	6	9,6	9,6	0,075	0,075	202	3738	1: 18	Durch Zusammenpressung.
17	6	9,6	9,6	0,272	0,075	384	8273	1: 21	Durch Ausdehnung.
17	6	9,6	9,6	0,075	0,142	255	3788	1: 14	Durch Zusam-[illegible]
17	6	9,6	12,0	0,142	0,075	255	7148	1: 28	[illegible]nung.
17	6	18,25	9,25	0,059	0,149	317	6812	1: 21	D[illegible] Zusammenpressung.
17	6	18,25	9,2	0,149	0,059	317	12188	1: 38	Des[illegible]
24	0	15,0	9,25	0,160	0,160	788	17600	1: 22	Des[illegible]
18	6	13,0	8,0	0,066	0,066	267	8812	1: 33	Des[illegible]
10	0	15,4	7,75	0,230	0,180	500	22469	1: 50	Des[illegible]

IV. Resultate der Versuche mit der Modellröhre.

Entfernung der Stützpunkte		Höhe der Röhre.		Breite der Röhre.		Dicke der Platten. unten. Querschnittsfläche in Quadr. Zoll.	Dicke der Platten. oben. Querschnittsfläche in Quadr. Zoll.	Gewicht zum Brechen.	Bemerkungen.
Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.	Fuß.	Zoll.			Pfunde.	
75	0	4	6	2	11	24,02	8,80	79578	Unten zerrissen.
75	0	4	6	2	11	24,02	12,80	97102	Verdreht.
75	0	4	6	2	11	24,02	12,80	126128	Unten zerrissen.
75	0	4	6	2	11	24,20	17,80	148129	Desgl.
75	0	4	6	2	11	24,02	22,45	129009	Dies Gewicht blieb einige Zeit darauf, dann wurde die Röhre auf die Seite gelegt.
75	0	4	6	2	11	....	....	26781	Die Röhre lag auf der Seite.
75	0	4	6	2	11	24,02	22,45	135255	Dies Gewicht blieb 9 Tage hängen.
75	0	4	6	2	11	24,02	22,45	135255	Unten zerrissen.
75	0	4	6	2	11	24,02	22,45	154452	Desgl.
75	0	4	6	2	11	24,02	22,45	192892	Oben zerdrückt.

Aus dem näheren Vergleiche der zwei ersten mit der dritten Tabelle lässt sich die grössere Tragkraft der rechteckigen Röhren erkennen, aus den Versuchswerthen dieser selbst aber noch überzeugender bemerken, dass Schmiedeeisen der Ausdehnung einen grösseren Widerstand als dem Zusammendrücken entgegengesetzt, oder dass von den versuchten Röhren bei gleicher Metalldicke der oberen und unteren Wand immer zuerst die Deckenwand zusammengedrückt oder zerknickt wurde. Ist es daher einleuchtend, dass dann nur eine Verstärkung der oberen Wand die Tragkraft der Röhre erhöhen kann, so trat dieser Fall auch ein und legte die Steigerung des Widerstandes sehr überzeugend dar, wenn eine Röhre mit stärkerer Bodenwand umgelegt wurde und somit die letztere an die Stelle der Deckenwand trat.

In abweichender und ausgedehnterer Art erfolgte jedoch die Verstärkung der Deckenwand, worauf die vorangegangenen Versuche so bestimmt hinwiesen, bei der oben erwähnten Modellröhre durch die Construction eines zellenförmigen Obertheiles. Diese Modellröhre war 78 Fuss lang, 2 Fuss 11 Zoll breit und 4 Fuss 6 Zoll hoch; ihre Deckenwand schloss 6 der Länge der Brücke nach gehende Canäle mit quadratischem Querschnitte ein, während die Bodenwand einfach und absichtlich schwächer angenommen und nur nach einzelnen Versuchen allmählig soweit verstärkt wurde, bis man zu dem Puncte gelangte, wo das Zerreissen der Bodenwand gleichzeitig mit dem Zerdrücken der Deckenwand stattfand. Quadratförmige Zellen zog man den cylindrischen hauptsächlich deshalb vor, weil erstere eine besser auszuführende Vernietung gestatten und nicht wie die letzteren dreieckige Zwischenräume lassen, zu denen beim Anstrich mit Oelfarbe nicht zu gelangen sein würde.

Die schliesslich von der Modellröhre für die Conway- und Britanniabrücke abgeleitete Röhrenform mit 8 Zellen oberhalb und [illegible]

dergl. im Boden ist in Fig. 1 auf Taf. II. und eine einzelne obere Zelle in Fig. 2 ersichtlich. Die Masse oder Querschnittsfläche der zellenförmigen Deckenwand verhält sich dabei zu der der gleichförmigen Bodenwand wie 5 zu 4.

Der speciellen Beschreibung über die Ausführung der Pfeiler und Röhren geht hier noch eine Tabelle voran, welche die von Hodgkinson abgeleiteten Festigkeitscoefficienten für verschiedene Blechstärke enthält.

Der Röhre			Lichte Spannweite.		Der Röhre		Blechstärke.	Letzter Pfeil	Entsprechendes Gewicht	Brechungs Gewicht	Festigkeits-Coefficient.
Länge.		Gewicht.			Höhe	Breite					
Fuß	Zoll	Centner	Fß.	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Tonnen	Tonnen	Tonnen
31	6	$44\frac{3}{4}$	30	0	24	16	0,525	3,03	56,3	57,6	19,17
31	6	$24\frac{1}{4}$	30	0	24	16	0,272	1,53	20,3	22,75	14,47
31	6	$10\frac{1}{4}$	30	0	24	16	0,124	1,20	5,04	5,53	7,74
		Pfund									
8	2	$78\frac{13}{16}$	7	6	6	4	0,132	0,66	9,416	9,976	23,17
8	2	$38\frac{11}{16}$	7	6	6	4	0,065	0,32	3,156	3,156	15,31
8	2	. . .	7	6	6	4	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
4	$2\frac{1}{8}$	$10\frac{12}{16}$	3	9	3	2	0,61	0,435	2,464	2,464	24,56
4	$3\frac{1}{4}$	$4\frac{15}{16}$	3	9	3	2	0,30	0,13	0,560	0,672	13,42

Hodgkinson erklärt die Aenderung des mit der Blechstärke bedeutend abnehmenden Festigkeitscoefficienten dadurch, dass der letztere nicht den Widerstand darstelle, den das Blech dem Zerdrücken, sondern den, welchen es dem Zerknicken leiste. Derselbe berechnet die mittlere rückwirkende Festigkeit auf 1 Quadratzoll Querschnittsfläche im oberen Theile einer Röhre von cylindrischer Form zu 13,34 Tonnen, (à 2240 engl. Pfund), bei einer Röhre von elliptischer Form zu 16,55 Tonnen. Nach Fairbairn sollen sich aber die rückwirkenden Festigkeiten bei einem kreisförmigen, elliptischen und rechteckigen Querschnitte der Röhren wie 13: 15,3: 21,5 daher nahe 4: 5: 7 verhalten.

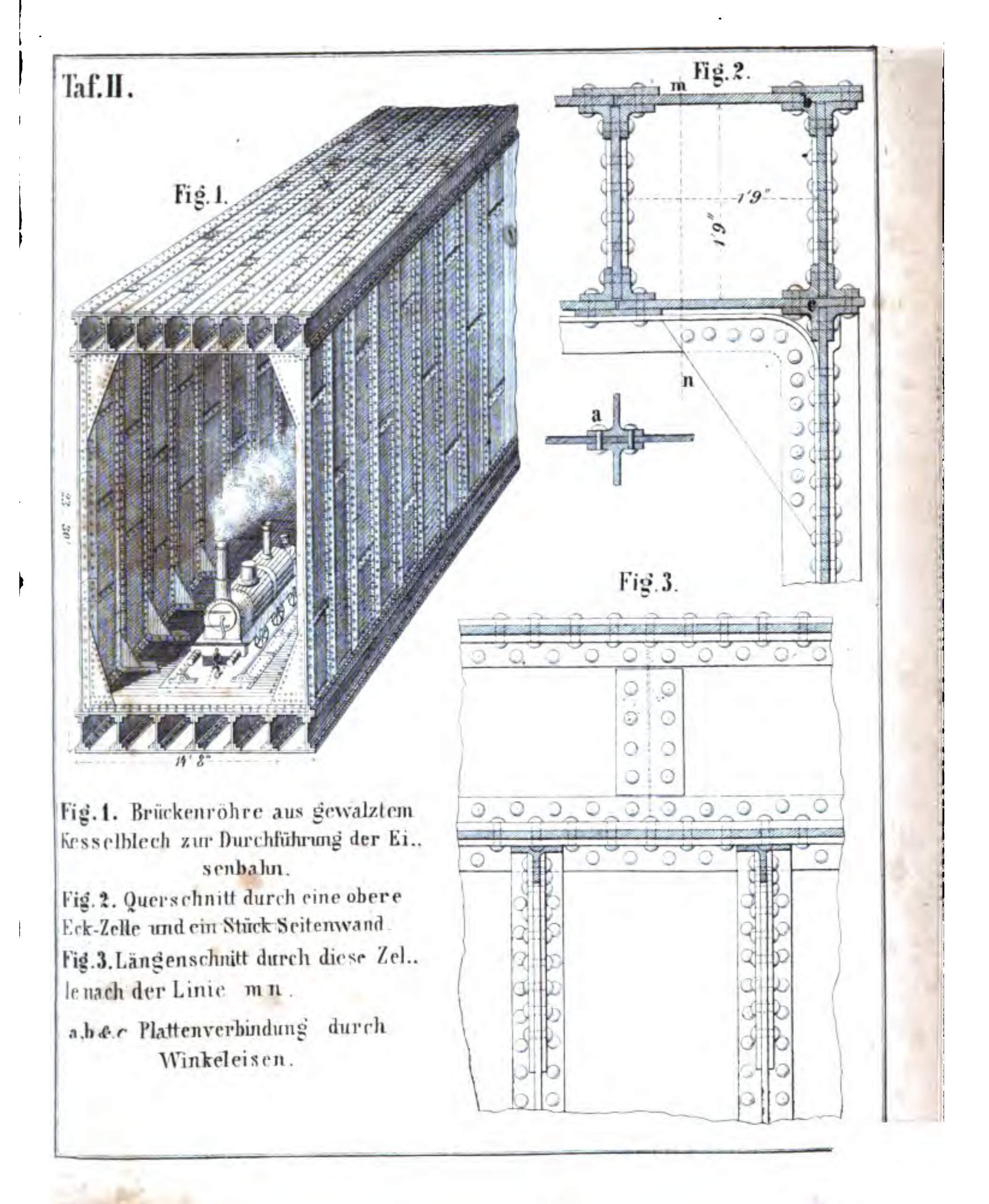


Fig. 1. Brückenröhre aus gewalztem Kesselblech zur Durchführung der Eisenbahn.

Fig. 2. Querschnitt durch eine obere Eck-Zelle und ein Stück Seitenwand.

Fig. 3. Längenschnitt durch diese Zelle nach der Linie m n.

a, b & c Plattenverbindung durch Winkeleisen.

Dimensionen und Pfeiler der Britanniabrücke.

Obschon der Erbau und die Eröffnung der für dieselbe Eisenbahnlinie ausgeführten Conwaybrücke nahe $1\frac{1}{2}$ Jahr früher als die der Britanniabrücke erfolgte, so ist doch die Beschreibung der letzteren hier vorzugsweise gewählt, da sie, wegen gleicher Construction der Röhren beider Brücken, nicht nur die Hauptverhältnisse der ersteren grossentheils mit einschliesst, sondern auch, weil die Britanniabrücke, da sie freistehende Pfeiler, grössere Höhe und 4 Röhrenpaare besitzt, die Conwaybrücke weit übertrifft, welche nur aus einem 18 Fuss über dem Conwayflusse liegenden Röhrenpaare von 400 Fuss Spannung besteht. Die fernerweit abweichenden Verhältnisse der Conwaybrücke werden daher nachgehends noch Erwähnung finden.

Da sich durch den Britanniafelsen die Richtung und durch die obenerwähnte Forderung die Höhe bestimmt hat, in welcher die Britanniabrücke die Manaistrasse überschreitet, so sind folgende Dimensionen in Bezug auf die Stellung und Grösse der Pfeiler und auf die Röhrenlänge hervorgegangen und auf Taf. III. zu vergleichen.

Von dem auf dem Britanniafelsen stehenden Pfeiler befinden sich in gleichem Abstande von 460 Fuss lichter Weite zwei andere Pfeiler, wovon der auf Taf. III. dargestellte an der Küste von Carnarvon, der andere an der Küste von Anglesea steht, und von diesen beiden in dem halben Abstande von 230 Fuss lichter Weite die auf den höheren Thalseiten stehenden Landpfeiler.

Die Höhe des Britanniapfeilers vom Hochwasser ist $199\frac{1}{2}$ Fuss, vom tiefsten Puncte der Gründung $221\frac{3}{4}$ Fuss. Die Höhe des Carnarvon- und Anglesea-Pfeilers ist gleich und zwar 184 Fuss vom Hochwasser; die ganze Höhe des ersteren ist $190\frac{1}{12}$ Fuss, die des

zweiten $204\frac{3}{4}$ Fuss. Die Stärke (nach der Länge der Brücke genommen) des Britanniapfeilers zu dessen Breite an der Basis ist $52\frac{5}{12}$ Fuss auf 62 Fuss, im Niveau des Röhrenbodens $45\frac{5}{12}$ Fuss auf 55 Fuss; die Stärke und Breite der beiden andern Pfeiler an der Basis $39\frac{1}{2}$ auf $62\frac{1}{2}$ Fuss, und in der Höhe des Röhrenbodens 32 auf 55 Fuss. Die Landpfeiler haben eine Länge von 176 Fuss, sie verjüngen sich wie die andern Pfeiler und sind in der Höhe des Röhrenbodens 55 Fuss breit.

Da die Röhren wegen der Auflagerung ihrer Enden länger sein müssen, als der lichte Abstand zweier Pfeiler, so sind auf jeder Breitenseite der Pfeiler bei deren Aufmauerung zwei Kammern und überdem von deren äusseren Wandvorsprüngen unterhalb ein Stück in der Höhe ausgespart, dass die parallel zur Brückenrichtung von der Seite genäherten Röhren in die Kammern gebracht und darin aufgezogen werden konnten, wobei nach dem successiven Aufzuge auch eine Unterstützung der Röhren und darauf die Ausmauerung der Kammern stattfand. Die mittlere Pfeilerwand, welche die beiden Röhren trennt, ist ohne anfängliche Aussparung aufgeführt.

Der Cubicinhalt des Mauerwerks vom Britanniapfeiler beträgt 148625 Cubicfuss Kalkstein von Anglesea für das innere, und 144625 Cubicfuss Sandstein für das äussere Mauerwerk. Das Gesammtmauerwerk enthält aber $1\frac{1}{2}$ Million Cubicfuss Steine. Die Aussenseite der Quadersteine ist rauh gelassen worden. Die Landpfeiler besitzen an den äussersten Enden auf jeder Seite zwei Piedestale, worauf colossale Löwen ruhen.

Für den Britanniapfeiler sind 387 Tonnen, für die zwei andern Pfeiler zusammen 210 Tonnen Gusseisen als Balken etc. verwendet worden.

Da nun nach den angegebenen Maasen die Entfernung der drei Mittelpfeiler von Mitte zu Mitte $498\frac{1}{2}$ Fuss und die Auflagerung der

Röhren auf den Landpfeilern 17½ Fuss beträgt, so ergiebt sich die Gesammtlänge der Brükenröhren 498½ + 498½ + 263½ + 263½ = 1524 Fuss.

Da es wohl auffällig erscheinen möchte, wesshalb die drei Mittelpfeiler weit über die Röhren hervorragen, so ist zu bemerken, dass ihnen wegen der von Stephenson nur allmählig aufgegebenen Absicht, die Röhren an Ketten aufzuhängen, auch noch ganz die Form wie für Kettenbrücken gegeben worden ist, so dass die oberen Oeffnungen zur Aufnahme der Kettensättel bestimmt waren.

Construction und Anfertigung der Röhren.

Wenn sich durch die bereits angegebenen Ermittelungen die Form der Röhren dahin bestimmt hatte, dass solche oberhalb mit 8, und unterhalb mit 6 Zellen ausgeführt wurden, so wählte man zur möglichst festen und starren Verbindung der einzelnen Blechplatten in den horizontalen und verticalen Seitenwänden die Vernietung mittelst Winkeleisen, wovon letztere noch darin verschieden sind, je nachdem die zu verbindenden Blechplatten in eine Ebene fallen oder rechtwinklig auf einander stehen. Durch diese Winkeleisen werden Verstärkungsrippen gebildet, welche sehr wesentlich zur Festigkeit und Steifigkeit der Wände beitragen. Bei den senkrecht gehenden Fugen der verticalen Seitenwände sind die stumpf an einanderstossenden Blechplatten auf beiden Seiten mit doppelten oder T förmigen Winkeleisen überdeckt und damit vernietet, wie es a in Fig. 2 auf Taf. II zeigt. Bei rechtwinklig aufeinanderstossenden Platten sind aber zwei oder vier einfache Winkeleisen L angewendet, und im ersten Falle mit einem anderseits aufgelegten Plattenstreifen vernietet, wie in b Fig. 2 oder bei vier Winkeleisen wie in c Fig. 2 Taf. II.

Die oberen 8 Zellen bestehen aus einfachen 6 Fuss langen und 1¾ Fuss breiten Blechtafeln, deren Stärke von der Mitte aus, wo sie ¾ Zoll beträgt, nach den Enden der Röhren-Auflagerung hin allmählig bis auf ⅝ Zoll abnimmt. Die Zellen sind quadratförmig und 1¾ Fuss im Lichten, so dass sie innen angestrichen werden können. Die ganze Querschnittsfläche der oberen Zellen beträgt 670 Quadratzoll. Die Nieten in diesem Theile sind 1 Zoll stark und von Mitte zu Mitte 3 Zoll entfernt.

Der zellenförmige Untertheil ist von dem oberen in der Art der Vernietung verschieden. Wenn sich im zellenförmigen Obertheile die Fugen der stumpf aneinanderstossenden Platten bei grösserer Belastung um so dichter schliessen, und es sich hier darum handelt, durch einen auf der Fuge vernieteten Plattenstreifen das Uebereinandergleiten der Platten zu verhüten, so bedingt der der Ausdehnung ausgesetzte Untertheil eine derartige Plattenverbindung, dass solche in den Fugenstellen dieselbe Festigkeit erhält, als der Plattenquerschnitt selbst besitzt. Die Boden- und Deckenwand des Untertheiles besteht daher aus zwei Plattenlagen, worin die Fugen der einen auf jede Plattenmitte der andern fallen, und es sind damit auf die Fugen gelegte kürzere Deckplatten vernietet. Da aber die absolute Festigkeit von dem Querschnitte abhängig ist, und dieser durch die Nietenlöcher nach deren Zahl vermindert wird, so war es am zweckmässigsten, die Vernietungsbolzen mehr in der Richtung der ausdehnenden Kraft, d. h. auf der Plattenlänge nach einander, als der Quere nach oder an den Seiten der Fugen zu vertheilen. Es sind daher von den zur Längenverbindung zweier Platten verwendeten 32 Nieten, 4 Stück neben- und 8 hintereinander gestellt. Um aber auch die Zahl der Fugen überhaupt möglichst zu vermindern, sind hierfür Blechtafeln von 12 Fuss Länge gewalzt worden, deren Breite 2 Fuss 4 Zoll ist. Die Dicke dieser Platten wächst

von den Auflagerungsenden der Röhren, wo sie $\frac{7}{16}$ Zoll ist, gegen deren Mitte bis zu $\frac{9}{16}$ Zoll. Die Deckplatten der Fugen haben 2 Fuss 8 Zoll Länge und dieselbe Dicke, als die Platten, deren Fugen sie decken. Die 6 Zellen des Untertheiles sind 2 Fuss 4 Zoll breit und 1 Fuss 9 Zoll hoch, und ihre senkrechten Wandplatten, welche in gleicher Weise wie die Deck- und Bodenplatten der Zellen vernietet sind, verstärken sich von den Röhrenenden nach der Mitte der Röhre von $\frac{8}{16}$ zu $\frac{9}{16}$ Zoll. Die Stärke aller Nieten im Untertheile ist $1\frac{1}{8}$ Zoll, dass in diesen Zellen benutzte L förmige Schieneneisen wiegt pro Yard 27 Pfund und die Gesammtquerschnittsfläche aller unteren Zellen beträgt 517 Quadratzoll.

Die Seitenwände der Röhren dienen hauptsächlich als Stützen, um deren Ober- und Untertheil auseinander zu halten, weshalb ihre Festigkeit bei dem Widerstande, den sie unterhalb der Ausdehnung und oberhalb dem Zusammendrücken entgegensetzen, auch nur weit minder, als bei dem zellenförmigen Ober- und Untertheile in Anspruch genommen wird. Für diesen Zweck sind die senkrechten Fugen der stumpf aneinanderstossenden Platten auf jeder Seite mit einem doppelten Winkeleisen von der Form T überdeckt und vernietet (a Fig. 2. Taf. II). Durch diese Anordnung ist den Seitenwänden, die nur aus einfachen Blechplatten bestehen, die möglichste Leichtigkeit und Steifigkeit gegeben. Die Breite der Blechtafeln ist 2 Fuss und ihre Dicke wächst von der Mitte nach den Röhrenenden hin von $\frac{8}{16}$ bis $\frac{10}{16}$ Zoll. Bis zu 24 Fuss von den Unterstützungspuncten der Röhren sind die Seitenwandungen dadurch noch mehr verstärkt, dass auf den Fugen noch zwei Plattenstreifen senkrecht aufgesetzt und mit 4 einfachen Winkeleisen, ähnlich wie in c Fig. 2. Taf. II., vernietet worden sind. Zur Verstärkung ist ferner noch das doppelt winkelförmige Schieneneisen der senkrechten Fugen auf der inneren Wandseite ober- und unterhalb umgebogen, einige Fuss

auf dem Boden und an der Decke fortgeführt und daran mit noch angesetzten dreieckigen Winkelstücken vernietet. Für gleichen Zweck sind auch noch 8 Zoll breite Plattenstreifen, welche auf dem Boden und an der Decke innerhalb von 12 zu 12 Fuss oder auf der sechsten Fuge quer übergehen, mit 2 einfachen Winkeleisen vernietet. Jede Plattenlage der Seitenwände besteht abwechselnd aus 3 und 4 Blechtafeln, deren horizontale Fugen innen und aussen mit $6\frac{1}{2}$ Zoll breiten Blechstreifen überdeckt sind und die Wandplatten durch Nieten verbinden.

Jede Röhre liegt auf den Pfeilern 6 Fuss lang oder mit 3 Plattenbreiten auf, und es sind diese aufliegenden Enden innerlich mit 3 gusseisernen Rahmen und äusserlich mit gusseisernen Platten verschraubt und vernietet und dadurch wesentlich verstärkt.

Durch die später erfolgte Verbindung der vier Röhrenstücke eines Bahngeleises zu einem Ganzen, in der Weise, dass in den drei freistehenden Pfeilern noch kurze Röhrenstücke eingeschoben und dann mit den Hauptröhren verbunden worden sind, ist die Tragkraft der einzelnen Röhrenstücke bedeutend erhöht, da ein mit beiden Enden befestigter Balken doppelt so grosse relative Festigkeit, als ein mit seinen Enden frei aufliegender von gleichen Dimensionen besitzt. Die neben einander liegenden Röhren für beide Geleise sind später noch durch Rahmen und Blechplatten mit einander verbunden worden, um die Schwankungen zu mässigen, welche Wind und Wagenzüge auf die Röhren äussern.

An der oberen Seite sind die Röhren beider Brücken nach einem sehr flachen Bogen gekrümmt, und bei der Britanniabrücke hat auch die untere Seite der Röhren eine Wölbung von 9 bis 10 Zoll erhalten, was nahe der durch das eigene Gewicht der Röhren eingetretenen Einbiegung gleich kommt, so dass die untere Seite der unbelasteten Röhren eine Horizontallinie bildet.

Für das Bahngeleis sind auf dem Boden der Röhren von 6 zu 6 Fuss Entfernung hölzerne Querschwellen und darauf Längenschwellen befestigt, welche als unmittelbare Unterlage für die Schienen dienen, und von darauf verschraubten Schienenstühlen gehalten werden.

Die Anfertigung der Röhren erheischte starke Gerüste. Für die 4 längsten über dem Wasser befindlichen Röhren wurde ein Gerüst am südlich gelegenen Ufer von Carnarvon erbaut, dessen Boden etwa 20 Fuss über dem Tiefwasser lag, und um Platz für die Dampf- und Hülfsmaschinen zu gewinnen, sich zum Theil landeinwärts erstreckte. Um die Arbeiten an den einzelnen Röhren gleichzeitig ausführen zu können, hatte man die Gerüste derselben zu einem einzigen vereinigt, dessen Länge 1900 Fuss betrug. Dieses Gerüst, aus starken Stämmen und Streben bestehend, war zwischen 5 steinernen Pfeilern so eingebaut, dass es, da die in eine Richtnng fallenden Röhren mit ihren Enden noch 6 Fuss auf jedem Pfeiler auflagerten, nach der Vollendung der Röhren entfernt werden konnte, so dass die lezteren nur auf den Pfeilern ruhten.

Die kürzeren, von den Landpfeilern ausgehenden Röhren, wurden auf unmittelbar darunter erbauten Gerüsten hergestellt. Da das Gewicht der zwei auf einem solchen Gerüst herzustellenden Röhren nahe 1380 Tonnen (27600 Ctnr.), und die das Gerüst bedeckende Bodenfläche beider Röhren von 230 Fuss Länge und 15 Fuss Weite gleich 6900 Quadratfuss betrug, so war demnach der Druck auf 1 Quadratfuss nahe 4 Ctnr., und es musste darnach im Voraus die Stärke dieser, nach den Ufern hin bis über 80 und 100 Fuss Höhe ansteigenden Gerüste, bemessen werden.

Die durch 4 Dampfmaschinen in Bewegung gesetzten Arbeitsmaschinen bestanden in Scheeren zum Beschneiden der Blechtafeln und des Winkeleisens, und zum Zerschneiden des Rundeisens, au

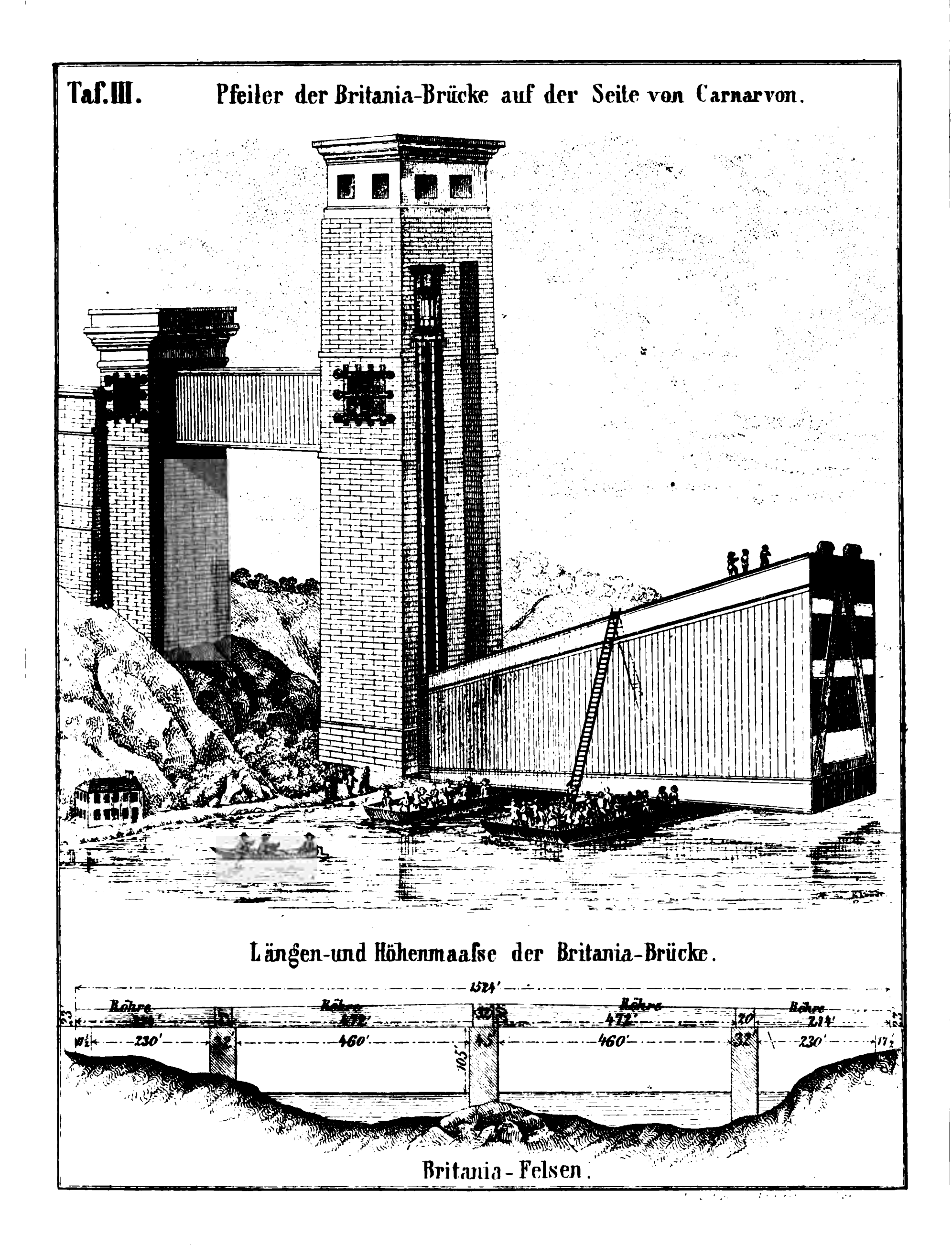
dem die Nieten gefertigt wurden; ferner in Durchstössen zur Herstellung der Nietenlöcher, in Nietenpressmaschinen und in Vorrichtungen zum Geradebiegen der Blechtafeln. Die Nieten, welche glühend in die Löcher eingesetzt wurden, haben 1 Zoll Durchmesser.

Für alle 8 Röhren der Britanniabrücke sind 65 englische Meilen einfaches und doppelt winkelförmiges Schieneneisen und 1764000 Stück Nieten verwendet worden.

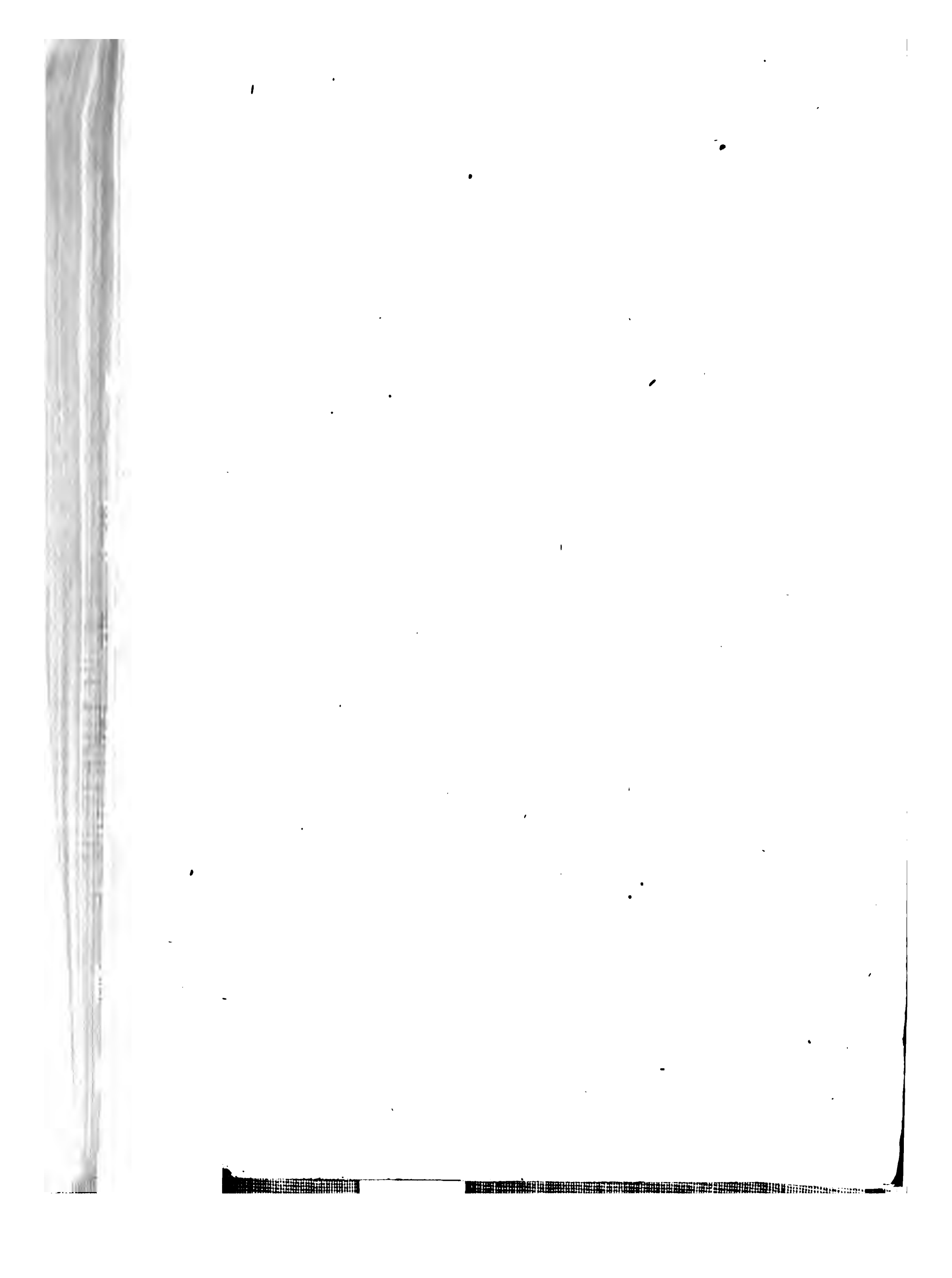
Die zu beschneidenden und zu durchlochenden Blechtafeln und Winkeleisen befestigte man wie bei einer Hobelmaschine auf einer Tischplatte und bewegte solche durch Kurbel vorwärts. Die Herstellung der Seitenwände erfolgte durch vorläufiges Vernieten der Blechtafeln zu Wandstücken von 3 bis 4facher Tafelbreite in horizontaler Lage, worauf dieselben durch fahrbare Laufrollengerüste aufgerichtet und mit der schon fertigen Seitenwand verbunden wurden.

Flössen und Aufziehen der Röhren.

Das Fortbewegen einer so colossalen Röhre von 472 Fuss Länge, 27 Fuss Höhe und 14⅔ Fuss Weite, die mit Zubehör ein Gewicht von nahe 1700 Tonnen (34000 Centner) hatte, von ihrem Gerüst bis zwischen die Pfeiler und das Aufziehen derselben war eine Arbeit, welche beträchtliche Vorbereitungen nöthig machte. Für den Transport jeder Röhre dienten 8 Pontons. Zu den sechs hölzernen Booten, welche man zum Flössen der Conwaybrücke benutzt hatte, traten hier noch zwei eiserne. Die letzteren hatten 98 Fuss Länge, 25 Fuss Breite und 11 Fuss Tiefe. Diese Pontons waren mit Ventilen und Pumpen versehen, um der Senkung und Hebung halber Wasser einlassen und wieder daraus entfernen zu können. Ein Ponton hatte 400, und somit alle acht 3200 Tonnen Tragkraft, demnach 1500 Tonnen mehr als das oben angegebene Gewicht einer Röhre.



Taf. III.
Pfeiler der Britania-Brücke auf der Seite von Carnarvon.
Längen-und Höhenmaafse der Britania-Brücke.
1524'
Röhre
Röhre
Röhre
472'
Röhre
20
214'
230'
460'
45
460'
32
230'
105'
Britania-Felsen.



Je 4 und 4 dieser Pontons brachte man beim Tiefwasser unter die Enden der Röhre, so dass diese bei wachsender Fluth von den zwei Pfeilern, auf den sie nach Beseitigung des Gerüstes ruhte, aufgehoben wurde. Durch starke Winden mit Seilen von 2 Meilen Gesammtlänge und 4 Zoll Durchmesser geschah die Fortbewegung der belasteten Pontons. An jeder Winde waren 50 Mann thätig. Um die Bewegung der Pontons mit der Röhre zu leiten, und, wenn nöthig, augenblicklich aufzuheben, gingen von den zwei Pfeilern, zwischen welche die Röhre geführt werden sollte, zwei Seile über die äussersten Pontons nach festen Puncten am Ufer und dabei durch eine Art Klemm- oder Bremsvorrichtung auf diesen Pontons, so dass hierdurch das Festhalten der schwimmenden Röhre leicht bewirkt werden konnte.

Die erste Röhre wurde in Gegenwart vieler Zuschauer am 20. Juni, die zweite den 4. December 1849, die dritte den 10. Juni und die vierte den 4. Juli 1850 von ihrem Gerüste zwischen die betreffenden Pfeiler geflösst. Es waren jedesmal 380 Matrosen, 270 Arbeiter und ausserdem noch 2 Dampfboote mit der nöthigen Bemannung beschäftigt.

Die bei Hochwasser am Fusse der Pfeiler angelangte Röhre liess man nun auf den Pfeilervorsprüngen bei eintretendem Rückgange der Fluth absetzen, worauf man durch Oeffnen der Klappen in den Pontons diese augenblicklich zum Sinken brachte. Hatte die Menge der Zuschauer dem so gefährlichen, aber mit der grössten Vorsicht von dem Capitain Claxton geleiteten Flössen mit der gespanntesten Aufmerksamkeit zugesehen, so erscholl nach glücklicher Beendigung dieses Vorganges ein allgemeines Hurrah!

Nach dem Flössen jeder Röhre fand deren Aufziehen statt. Für diesen Zweck hatte man in einer Maueraussparung jedes Pfeilers noch über der Stelle, bis auf welche die Röhre zu heben war, eine

starke hydraulische Presse von 6 Fuss Hubhöhe aufgestellt. Ein so bequemes Mittel nun aber auch diese Vorrichtung ist, die durch Hand oder Maschine geäusserte Kraft, durch die Verschiedenheit der Kolbenflächen und der Hebel bis zu einem beträchtlichen Vielfachen zu steigern, so ist doch der Weg des Presskolbens, welcher sich im umgekehrten Verhältnisse der vervielfachten Kraft vermindert, insofern immer auf gewisse Grenzen beschränkt, als eine Vergrösserung dieses Weges oder der Hubhöhe die practische Ausführung dieser Presse wesentlich erschwert. Das Mittel nun, nach jedesmaligem höchsten Aufhube des Presskolbens die Röhre während des Kolbenniederganges auf derselben Hubhöhe zu erhalten, bestand in einer Kette, deren Gliederlänge gleich der Hubhöhe des Presskolbens und demnach 6 Fuss war. Die Form und Verbindung der Kettenglieder war ähnlich, wie bei Kettenbrücken, und es griffen abwechselnd 8 und 9 Glieder in einander, deren Breite 7 Zoll und deren Dicke 1 Zoll war. Die nach aufwärts gekehrten Gliederenden besassen an der unteren Seite der Augen rechteckige Vorsprünge oder Schultern, womit sie sich auf zusammenzuschraubende Klammern stützen konnten. Für diesen Zweck waren zwei Klemmvorrichtungen auf dem Gerüstständer der hydraulischen Presse selbst, und zwei dergleichen auf einem starken eisernen Joche des Presskolbens angebracht. Bei dem tiefsten Stande des Presskolbens hingen die Enden der Kette, welche letztere man an starken gusseisernen Balken innerhalb der Röhre befestiget hatte, in dem Klammerpaare des Joches und wurden mit dem aufsteigenden Presskolben auf 6 Fuss Höhe gehoben, worauf die Schultern der nachfolgenden dritten Kettenglieder von dem tieferliegenden Klammerpaare erfasst und die höheren Kettenglieder durch Oeffnen der oberen Klammern ausgelöst wurden.

Der Presskolben konnte nun wieder niederwärts gehen, — da die Kette mit der Last durch die unteren Klammern festgehalten wurde, —

und die zweiten Kettenglieder zum neuen Aufhube erfassen. Auf diese Weise setzte man das Aufheben fort, doch unterliess man bald, dasselbe mit beiden hydraulischen Pressen gleichzeitig vorzunehmen, weil dadurch sehr bemerkliche Schwankungen und in deren Folge Biegungen der Röhre bis zu 1,4 Zoll eintraten. Man liess daher das Heben der Röhrenenden auf jedem Pfeiler durch die hydraulische Presse abwechselnd verrichten, und vermied so diese Erschütterungen. Eine nicht unerwähnt zu lassende Vorsichtsmaassregel liess Stephenson bei dem Erheben der Röhren darin befolgen, dass unter dem Boden der successive aufsteigenden Röhre sogleich 1 Zoll dicke Stopfhölzer untergeschoben und diese immer soweit erhöht wurden, dass der Fall der Röhre bei einem Bruche an der Hebevorrichtung nur 1 Zoll betragen konnte, bei welcher Fallhöhe die Röhre aber auch schon im Stande war, einen eisernen Balken von 500 Tonnen (10000 Ctnr.) Tragkraft zu zerbrechen. Diese Vorsichtsmaassregel hat sich auch in der Wirklichkeit vollkommen bewährt, denn sie hielt bei dem Ausbrechen des Bodens eines Presscylinders jede grössere Gefahr und Zerstörung fern. Dieser Unfall kam am 17. August 1849 vor, nachdem an den vorhergehenden Tagen bereits drei 6 Fuss hohe Hebungen glücklich ausgeführt und von der folgenden schon $2\frac{1}{2}$ Fuss erreicht worden waren. Mittags zwischen 11 und 12 Uhr trennte sich der Boden des Cylinders, und es fiel dieser Körper von 30 Centner Gewicht auf die noch 70 bis 80 Fuss tiefer befindliche Decke der Röhre, erzeugte eine tiefe Einbiegung in derselben, und erschlug einen Matrosen, der eben auf einer Strickleiter von der Röhre zur Presse aufstieg.

In der obenangegebenen Weise ging nun auch das Erheben der übrigen Röhren von statten, und es erfolgte jedesmal unmittelbar nach der Entfernung der untergelegten Holzklötze die Ausmauerung des von jedem Röhrenende beschriebenen Raumes in den Pfeilern

mit Ziegelsteinen und Cement. Für diesen Zweck und zum Unterschieben der Stopfhölzer war an dem aufsteigenden Röhrenende selbst ein leichtes, fliegendes Gerüst angebracht.

Ueber die hydraulischen Pressen ist noch zu bemerken, dass jede derselben zwei Pumpen besass, deren Kolben eine horizontalliegende Dampfmaschine von 40 Pferdekraft unmittelbar bewegte, indem die durch beide Böden des Dampfcylinders gehenden Kolbenstangen mit den ebenfalls horizontal geführten Mönchs - oder Bramahkolben der hydraulischen Presse verbunden waren. Der Pumpenkolben hatte $1\frac{1}{16}$, der Presskolben 20 Zoll Durchmesser. Die auf den Presskolben ausgeübte Kraft, bei dem Flächenverhältnisse beider Kolben wie 1 : 355 war daher 355 . 40 = 14200 Pferdekraft. Die wirkliche Arbeit jeder der beiden Pressen ist nun aber dem halben Gewicht der Röhre, dem Gewicht der Kette etc. oder nahe 900 Tonnen gleich zu setzen. Es kommt demnach auf 1 Quadratzoll Fläche des Presskolbens 2,865 Tonnen oder 57,3 Centner.

Die erste grosse Mittelröhre wurde im October, die zweite im December 1849, die dritte im Juni und die vierte im August 1850 auf die Pfeiler erhoben. In den letzten Tagen des Februar 1850 war man mit dem Schienenlegen der einen Brückenseite zu Stande gekommen und konnte am 5. März 1850 die Probefahrten darin beginnen. Die Eröffnung der vollendeten Brücke fand aber erst am Montag, den 21. October 1850, statt.

Belastungsversuche, Durchbiegung und Ausdehnung der Britanniabrücke.

Am 5. März 1850 fuhr Stephenson selbst mit drei gekuppelten Locomotiven von nahe 2000 Ctnr. Gewicht und mit einer Geschwindigkeit von nur 2 englischen Meilen per Stunde in der Zeit von

10 Minuten durch die ganze Brückenröhre. Bei dieser Belastung war man nicht im Stande eine deutliche Biegung vermittelst der für diesen Zweck dienenden Instrumente wahrnehmen zu können. Auch bei der hierauf folgenden Durchführung von 24 mit Kohlen beladener Wägen von 6000 Ctnr. Gewicht, mit einer Geschwindigkeit von 8 — 10 englischen Meilen per Stunde, war eine Biegung nicht zu erkennen.

Bei dem dritten Versuche, als man eine Anzahl Kohlenwägen von 4000 Ctnr. Gewicht 2 Stunden lang in der Mitte einer grösseren Röhre ruhig stehen liess, zeigte sich bei derselben eine Biegung in der Mitte von 0,4 Zoll, und fast ebenso gross ist schon die Wirkung der Sonnenstrahlen, wenn sie sich 15 — 20 Minuten auf die Röhren äussern.

Dieser Versuch wurde noch erweitert durch Anhängen von 30 — 40 Personenwägen, in welche 700 — 800 Personen aufgenommen und unter Geschützdonner und Absingen der Volkshymne über die Brücke befördert wurden.

Stephenson sprach bei dieser Gelegenheit die Ueberzeugung aus, dass sich eine solche Röhre ohne den mindesten Nachtheil für ihren Verband bis 13 Zoll tief einbiegen könne, und würde dann zuverlässig zu ihrer ursprünglichen Lage zurückkehren, und nach dem übereinstimmenden Urtheile der anwesenden Techniker dürfte eine Last von 20000 Ctnr. nicht nur mit aller Sicherheit durch die Röhren geführt, sondern auch in deren Mitte aufgestellt werden können.

Ueber die letzte Reihe der Versuche, welche man zwei Tage vor der Eröffnung der vollendeten Brücke, am 19. October 1850 anstellte, sind noch folgende Mittheilungen zu machen.

Zuerst liess man zwei Locomotiven durch die Röhre, und sie in jeder Abtheilung halten. Hierauf wurden 28 Wägen, die mit 280 Tonnen Kohlen belastet waren, mit 2 Locomotiven in alle vier Röhren-Abtheilungen gezogen und die Durchbiegungen ¾ Zoll gefunden.

Nach mehrmaliger Wiederholung dieser Versuche ging dieser Zug etwa eine englische Meile weit aus der Röhre heraus, und schoss dann mit der grösstmöglichen Geschwindigkeit durch dieselbe. Die Durchbiegung und Schwingung bei dieser enormen Geschwindigkeit war jedoch weit geringer, als wenn die Last in der Röhre stehen blieb.

Hieran schliessen sich noch die vor- und nachher gemachten Beobachtungen über die Einwirkung der Temperatur, der Stürme etc.

Die Mittagssonne bewirkt eine Ausdehnung der Röhren von nur $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll. Die tägliche Ausdehnung und Zusammenziehung der Röhren wechselt von $\frac{1}{2}$ bis zu 3 Zoll, und es zeigen die letzteren Nachmitags 3 Uhr die grösste, Morgens 3 Uhr die geringste Länge. Die Längenveränderung zwischen der höchsten Temperatur des Sommers und der tiefsten des Winters beträgt nahe 12 Zoll.

Damit sich nun die Röhren in Folge der Ausdehnung ohne Nachtheil auf den Pfeilern bewegen können, ruhen alle Röhrenenden auf 6zölligen eisernen Walzen, die in untergelegten Rahmen drehbar sind. Zur Vertheilung des grossen Druckes, den die Röhren auf die Pfeiler äussern müssen, sind an den Seiten des zellenförmigen Obertheiles gusseiserne Längenbalken in den Pfeilern eingesetzt, in deren Rinnen sich 6zöllige Kugeln von Kanonenmetall befinden; andere, am zellenförmigen Obertheile befestigte Balken stützen sich auf diese Kugeln, so dass dieselben einen Theil der Last der Röhren aufnehmen, ohne deren Längenbewegung zu hindern.

Starke Windstösse konnten die Röhren nur in Schwingungen von $\frac{1}{4}$ Zoll versetzen und wenn der Sturmwind senkrecht gegen die Röhrenrichtung traf, so betrugen die Schwingungen noch nicht 1 Zoll. Stärker dagegen wurden die Seitenbewegungen schon durch den Druck von 10 Mann, wenn sich solche im Tact schwingend gegen die Seite einer Röhre bewegten; es traten dann 67 Doppelschwingungen von $\frac{1}{4}$ Zoll Grösse in der Minute ein.

Durch die schon erwähnte Verbindung beider Röhren glaubte man die Seitenschwingungen fast gänzlich aufheben zu können.

Die ebenfalls in der Nähe einer Telford'schen Kettenbrücke über den Conwayfluss bei Conway gehende zweite Röhrenbrücke von Stephenson, für welche der Grundstein bereits am 15. Juni 1846 gelegt, die erste Röhre im März 1847 begonnen und den 6. März 1848 geflösst, am 16. April gehoben und am 1. Mai 1848 für die Linie bis Bangor eröffnet wurde, unterwarf derselbe vor dem Flössen mehreren Belastungsversuchen zwischen den Gerüstpfeilern.

Diese Röhre von 400 Fuss Spannweite zwischen, und 12 Fuss Auflagerung auf den Pfeilern hat 25 ½ Fuss Höhe, 15 Fuss Breite und mit den zur Hebung und Verstärkung an den Enden eingesetzten gusseisernen Rahmen 1500 Tonnen Gewicht; sie zeigte die nachfolgenden Einbiegungen bei den bemerkten Belastungen.

Tonnen.	Biegung.	Bemerkungen.
0	7,91	Durch ihr eigenes Gewicht von 1400 Tonnen bog sich die Röhre nahe 8 Zoll ein, und 95 Tonnen, womit dieselbe während 3 Stunden belastet blieb, brachten die Biegung von 9,02 auf 9,25 Zoll; dasselbe Gewicht wurde noch 17 Stunden länger auf der Röhre gelassen, und die Einbiegung derselben vermehrte sich während dieser Zeit noch um 0,1 Zoll.
95	9,02	
154	9,50	
201	10,50	
301	10,95	

Nachdem am 12. October 1848 die zweite Röhre der Conwaybrücke geflösst und am 30. October zwischen die Pfeiler gehoben worden war, fanden nochmalige Proben auf der vollendeten Brücke statt. In der ersten Röhre wurden 300 Tonnen Eisen nahe in der Mitte angehäuft und es vergrösserte sich dadurch die schon durch das eigene Gewicht bis nahe 8 Zoll gegangene Biegung der Röhre

noch um 3 Zoll oder auf 100 Tonnen 1 Zoll. Als dieses Gewicht nach 3 Tagen wieder aus der Röhre entfernt wurde, erhob sich dieselbe um 3 Zoll und trat demnach in die vorige Lage zurück. Bei $236\frac{1}{4}$ Tonnen Belastung bog sich die zweite Röhre 1,56 Zoll, wogegen die gewöhnlichen durchgehenden Wagenzüge nur $\frac{1}{8}$ Zoll Biegung zeigen.

In dem Werke von Edwin Clark, welcher den Bau der Röhrenbrücken leitete, sind die berechneten Widerstände der absoluten und rückwirkenden Festigkeit für verschiedene Stellen und Belastungen dieser Brücken, wie folgt, angegeben.

Ort der Belastung der Röhren.	Im Boden durch absolute Festigkeit. In Tonnen.	In der Decke durch rückwirkende Festigkeit. In Tonnen.
In der Britanniabrücke hat 1 Quadratzoll Eisen zu widerstehen:		
Ueber dem Mittelpfeiler		
im unbelasteten Znstande	2,1	2
daselbst im belasteten Zustande	2,72	2,59
In der Mitte einer grossen Oeffnung		
unbelastet	2,7	2,9
belastet	3,5	3,76
Ueber den Seitenpfeilern		
unbelastet . . , ...	4,6	3,1
belastet	6,37	4,39
In der Conwaybrücke ist der Widerstand für 1 Quadratzoll Eisen:		
In der Mitte der Oeffnung		
unbelastet	4,5	3,7
mit einem Locomotivenzug 1 Tonne pr. Fuss bel.	6,2	5,2
bei einer zufälligen gleichförmig vertheilten Belastung		
von 3714 Tonnen, wenn die unteren Platten zerreissen würden	18,6	—
von 3298 Tonnen, wenn die oberen Platten zusammengedrückt würden	—	14,8

Durch anderweite Rechnung ist dargelegt worden, dass die Britanniabrücke in allen ihren Theilen eine 20fache Sicherheit besitzt.

Uebersicht der Hauptdimensionen der Röhren beider Brücken.

	der Britanniabrücke.	der Conwaybrücke.
Ganze Länge einer Röhre	1524 Fuss.	424 Fuss.
Ganze Länge der Röhren für beide Bahngeleise	3048 „	848 „
Grösste Spannung im Lichten	460 „	400 „
Höhe der Röhren in der Mitte	30 „	$25\frac{1}{2}$ „
Höhe der Röhren an den Enden	23 „	$22\frac{1}{2}$ „
Höhe der Röhren auf den Zwischenpfeilern .	27 „	— „
Aeussere Weite der Röhren	$14\frac{2}{3}$ „	$14\frac{2}{3}$ „

Summarische Uebersicht der Gewichte des für beide Brücken verwendeten Walz- und Gußeisens.

Röhrentheile.	Platten.	L förmiges Schieneneisen.	T förmiges Schieneneisen.	Nieten.	Im Ganzen an Walzeisen.	Gusseisen.	Im Ganzen.
	Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.	Tonnen.
Für 1 Britann.-Röhre, 274 Fuss lang,	450	109	70	60	689	—	689
„ 3 „ Röhren, 274 „ „	1350	327	210	180	2067	—	2067
„ 1 „ Röhre, 472 „ „	965	188	139	108	1400	—	1400
„ 3 „ Röhren, 472 „ „	2895	564	417	324	4200	—	4200
„ 1 Röhre über d. Pfeiler, 32 F. „	64	26	10	7	107	—	107
„ 1 „ „ „ „ 32 „ „	64	26	10	7	107	—	107
Rahmen u. gusseiserne Balken . .	—	—	—	—	—	2000	2000
Gesammt-Gewicht für d. Brit.-Brücke	5788	1240	856	686	8570	2000	10570
Für 1 Conway-Röhre, 424 Fuss lang,	774	169	109	94	1146	—	1146
„ 1 „ „ 424 „ „	774	169	109	94	1146	—	1146
Gusseiserne Rahmen u. Balken . .	—	—	—	—	—	600	600
Gesammt-Gewicht d. Conway-Brücke	1548	338	218	188	2292	600	2892
Gesammt-Gewicht beider Brücken	7336	1578	1074	874	10862	2600	13462

Das Gewicht des Eisens beider Brücken ist in runder Zahl 135000 Tonnen und kostet eine halbe Million Pfund Sterling.

Kostenberechnung der Britannia-Brücke.

Für Mauerwerk:

	Pfund Sterl.	
Der Land- oder Widerlagspfeiler auf der Seite von Carnarvon	17459	
„ Carnarvon-Pfeiler	28626	
„ Britannia-Pfeiler enthält 144625 Cubic-Fuss Sandsteinmauerwerk u. 148625 „ „ Marmor für die Verkleidung	38671	
„ Anglesea-Pfeiler	31430	
„ Widerlags-Pfeiler auf der Seite von Anglesea	40470	
Vier Löwen	2048	
Aufwand für das 1½ Million Cubic-Fuss enthaltende Mauerwerk in Summa		158704

Für Eisenwerk:

Zu den 8 Röhren verbrauchtes Walzeisen	118946	
Gusseisen für die Röhren und Pfeiler	30619	
Ausführung der Röhren	226234	
Gesammtaufwand für die Röhren		375798

Vermischte Ausgaben:

Pontons, Seile, Winden, Zeichnungen	28096	
Hebungsmaschinen	9782	
Zimmer- und Schiffsarbeit, Erhebungs- und Vollendungs-Arbeiten der Brücke	25498	
Versuche	3986	
Aufwand der gemischten Ausgaben		67362
Gesammt-Aufwand für den ganzen Brückenbau		601865

Da aber hierzu noch die Kosten für die Verbindung der beiden parallel gehenden Röhren und für eine beabsichtigte Bedachung kommen, so lässt sich der Kosten-Aufwand für die Britannia-Brücke, deren Bau in 3 Jahren vollendet worden ist, füglich zu 4½ Millionen Thaler annehmen.

Vierter Abschnitt.

Die schiefe Ebene
zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast in Baiern.

Auf der baiersch-sächsischen Eisenbahn treffen wir zwischen den ebengenannten beiden Orten auf ein eben so ausgedehntes, als seltenes Bauwerk auf die für Locomotivenbetrieb berechnete, 18516 baiersche Fuss lange und mit $2\frac{1}{2}$ pro Cent oder 1 auf 40 Fuss ansteigende schiefe Ebene, welche durch Terrainschwierigkeiten des nach der sächsischen Grenze hin ansteigenden Fichtelgebirges hervorgerufen, und den sorgfältigsten Ermittelungen zufolge, bei dem geringsten Kostenaufwande zugleich die vortheilhafteste Bahnrichtung für den Verkehr bietend, jedem andern vorgeschlagenen Bahnprojecte vorgezogen wurde. Allerdings gab das gewählte Project Veranlassung, dass man von dem sogenannten englischen Eisenbahnsystem, bei dem grössere Steigungen, als 1 auf 200, oder bei schiefen Ebenen 1 auf 90 vermieden werden, absah und indem man zu dem amerikanischen System überging, welches sich den natürlichen Unebenheiten des Bodens in horizontaler und verticaler Beziehung ohne Aufgeben des Locomotivbetriebes weit mehr anpassen lässt, hat man viele der so kostbaren Kunst- und Erdarbeiten und den gemachten Angaben zufolge einen Mehraufwand von 7 bis 8 Millionen Gulden

vermieden. Selbst wenn die auf diese Strecke in Vorschlag gebrachte Herstellung einer Bahn zum Betrieb mit Pferden minder grosse Kosten, als die schiefe Ebene verursacht hätte, so liess doch der voraussichtliche starke Personen - und Güterverkehr eine solche Bahn als sehr ungenügend erscheinen.

Nach der definitiven Entscheidung für eine schiefe Ebene und Annahme der Hauptrichtung zwischen den Orten Neuenmarkt und Marktschorgast zog man während der näheren Terrainuntersuchungen und Feststellung der Bahnlinie gleichzeitig auch die für die schiefe Ebene in Anwendung zu bringenden mechanischen Betriebsmittel in genaue Erwägung. Es kam der Seilaufzug mittelst feststehender Dampfmaschinen oder mit durch Ballastwägen angeordneter Gegenzüge, insbesondere aber auch das zu jener Zeit noch nicht gänzlich aufgegebene System atmosphärischer Eisenbahnen in Betracht.

Wenn nach einem vorgängigen Projecte die fragliche Strecke mittelst dreier schiefer Seilebenen erstiegen werden sollte, zwischen welchen zwei kurze Horizontalstrecken angenommen waren, so würde die nöthige Betriebskraft 6 Dampfmaschinen von 480 Pferdekräften erfordert und ein ebenso bedeutendes Anlagekapital, als kostspielige Betriebsunterhaltung beansprucht haben.

Die Herstellung von Gegenzügen für Personen - und Kohlenbeförderung findet in der Weise statt, dass der herunterfahrende Zug den heraufkommenden mittelst eines starken Hanf - oder Drahtseiles emporzieht, dabei aber eine oder mehrere Locomotiven den aufgehenden, und mit Wasser oder Steinen etc. beladene Ballastwägen den herabgehenden Zug unterstützen und bis zu einer zulässigen Geschwindigkeit ausgleichen. Von den bisher noch auf diese Art betriebenen Seilebenen zwischen Lüttich und Ans, zwischen Pottville und Danville in Nordamerika hauptsächlich für Kohlenbeförderung, und zwischen Elberfeld und Düsseldorf, hat besonders die letztere zu

mancherlei Störungen und gefahrdrohenden Vorfällen Anlass gegeben. Die Lösung des Seilhakens und das Zerreissen des Seiles ist mehrfach vorgekommen, und nur durch schnelles Bremsen grösserer Gefahr vorgebeugt worden. Wie sich aber derartige Unterbrechungen bei einer so frequenten und weit fortgeführten Bahnlinie, wie die sächsisch-baiersche ist, weit störender zeigen müssten, so würden auch nächst der Gefahr, die Unkosten für den Seilbetrieb durch vermehrtes Dienstpersonal, Erneuerung der sich schnell abnutzenden und theueren Hanfseile, Unterhaltung vieler Hundert Seilrollen, Reparaturen an Gebäuden etc. beträchtlich wachsen.

Die so vielseitig angepriesene Erfindung der atmosphärischen Eisenbahnen besteht in der Benutzung des physikalischen Vorganges, in einer zwischen den Eisenbahnsträngen liegenden eisernen Röhre den dichtschliessenden Kolben von dem einerseits überwiegend wirkenden atmosphärischen Luftdrucke forttreiben zu lassen, indem man auf der andern Seite die Luft durch Aussaugen möglichst verdünnt. Damit nun der auf den Kolben ausgeübte Luftdruck als Zugkraft für die auf der Schienenbahn zu bewegende Last übertragen werden kann, müssen natürlich Kolben und Wagenzug eine Verbindung, und die Röhre ihrer ganzen Länge nach einen Spalt besitzen, in welchem das Verbindungsstück dieser beiden Theile fortgleiten kann. Der Längenspalt muss daher durch einen entsprechenden Dichtungsstreifen in der Weise luftdicht verschliessbar sein, dass das mit, aber hinter dem Kolben fortschreitende Verbindungsstück die Dichtung aufheben, nach dem Durchgange aber sogleich hinter sich wieder schliessen kann. Anstatt der Dichtung in Form einer belederten Bandkette hat man zum Verschluss auch einzelne Klappen, in jedem Falle aber noch einen Kitt angewendet, der durch die Hitze eines darüber hinstreifenden heissen Eisens an den Schlussfugen verschmolzen wird.

Diese so schwer zu lösende Aufgabe: eine meilenlange Metallröhre von ca. 1½ Fuss innerem Durchmesser so genau zu bearbeiten und aus einzelnen Röhrenstücken zusammenzusetzen, dass sich darin ein Kolben luftdicht und ohne zu grossen Widerstand fortbewege und der mit dem Wagenzuge sich öffnende Röhrenspalt sogleich wieder luftdicht schliesse, hat zwar mannichfache Constructionen und Verbesserungen derselben hervorgerufen, doch hat noch keine Ausführung der Praxis genügen können. Die Luftverdünnung so grosser Röhren setzt allerdings auch entsprechend grosse Luftpumpen und deren Bewegung Dampfmaschinen von 200 und mehr Pferdekräften voraus. Die Kostspieligkeit solcher Anlagen und deren Unterhaltung, weit mehr aber noch die Unsicherheit des Betriebes, das nur durch Bremsen zu erzielende Aufhalten auf Stationen, wenn man nicht die durch Pumpen schon erzielte Luftverdünnung durch Oeffnen einer Klappe aufgeben will, und hauptsächlich noch die häufigen Reparaturen haben daher nach vielen kostspieligen Versuchen das atmosphärische Eisenbahnsystem fast gänzlich wieder in den Hintergrund treten lassen. Die näheren Verhältnisse einiger früher durch atmosphärischen Luftdruck betriebenen Eisenbahnen sind in der Kürze folgende.

Die Bahn von Paris nach St. Germain besitzt auf eine kurze Strecke die Steigung: 1: 28,6. Auf jeder der vier Stationen stellte man zum Betriebe der Luftpumpen eine Dampfmaschine von 200 Pferdekraft auf, deren Durchmesser 2,53 Meter bei 2 Meter Kolbenhub betrug. Jede Luftpumpe sollte in der Secunde 4 Cubicmeter Luft aussaugen. Diese Bahn wurde im April 1847 eröffnet, wird aber bereits seit einigen Jahren mit Locomotiven betrieben.

Die Eisenbahn von London nach Croydon hatte ebenfalls Dampfmaschinen von 200 Pferdekräften. Die stärkste Steigung ist 1: 50, und die mittlere Fahrgeschwindigkeit war 18 englische Meilen in

der Stunde. Nach Aufwendung grosser Opfer und nach den gemachten Erfahrungen, dass weder die auffälligen Störungen, noch die kostspieligen Unterhaltungskosten der Apparate und Dampfmaschinen zu vermeiden sein würden, gingen die Actionaire zur Benutzung von Locomotiven über.

Aehnliche Verhältnisse haben auch auf der Dalkey-Bahn, einer zwischen Dublin und Kingtown für atmosphärischen Betrieb angelegten Strecke, ferner auf der South-Devon-, auf der Portsmouth- und der Epson-South-London-Bahn stattgefunden und die Gesellschaften dieser Unternehmungen veranlasst, den Betrieb mit Atmosphärendruck sehr bald mit Locomotiven zu vertauschen.

Der von dem technischen Vorstande der baierschen Eisenbahn-Commission nach in England selbst erfolgter Prüfung der atmosphärischen Bahnen erstattete Bericht führte daher zu der Entscheidung, von diesem Betriebssystem, welches man früher für grössere Steigungen besonders geeignet hielt, ganz abzusehen, und dafür das mit stärkeren Locomotiven zu wählen, wozu man bereits auf den letzterwähnten und anderen Bahnen mit bestem Erfolg übergegangen war.

Zwischen den beiden Stationen an den Enden der schiefen Ebene beträgt der Höhenunterschied 539,9 Fuss, oder wie oben angenommen, 540 Fuss, da sich Neuenmarkt, nahe am Fusse des Fichtelgebirges liegend, 1206,91 baier. Fuss und Marktschorgast 1746,81 baier. Fuss über dem mittelländischen Meere befindet.

Das Verhältniss des zwischenliegenden Terrains und die sich daraus entwickelnde Länge der Bahnlinie bestimmten nunmehr deren Steigung und Richtung nach horizontaler Projection.

Mit Bezugnahme auf Taf. IV, auf welcher die schiefe Ebene unterhalb im Grundrisse (und darüber ein Theil derselben mit 2 Bahnbrücken oder Durchlässen im Aufrisse) dargestellt ist, lässt sich deren Horizontalprojection zwischen beiden Stationen ersehen.

Die ganze Länge der zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast aus geraden Linien und Krümmungen zusammengesetzten Bahnlinie ist 24216 Fuss, und es vertheilt sich darauf die Höhe von 540 Fuss in den nachfolgenden Steigungsverhältnissen.

Die Bahnhofsplanie in Neuenmarkt ist auf 1200 Fuss Länge horizontal. Bis zum Fusse des stärker ansteigenden Gebirges hat die nächstfolgende Strecke eine geringere, jede der übrigen eine stärkere und fast gleichmässige Ansteigung; diese findet statt

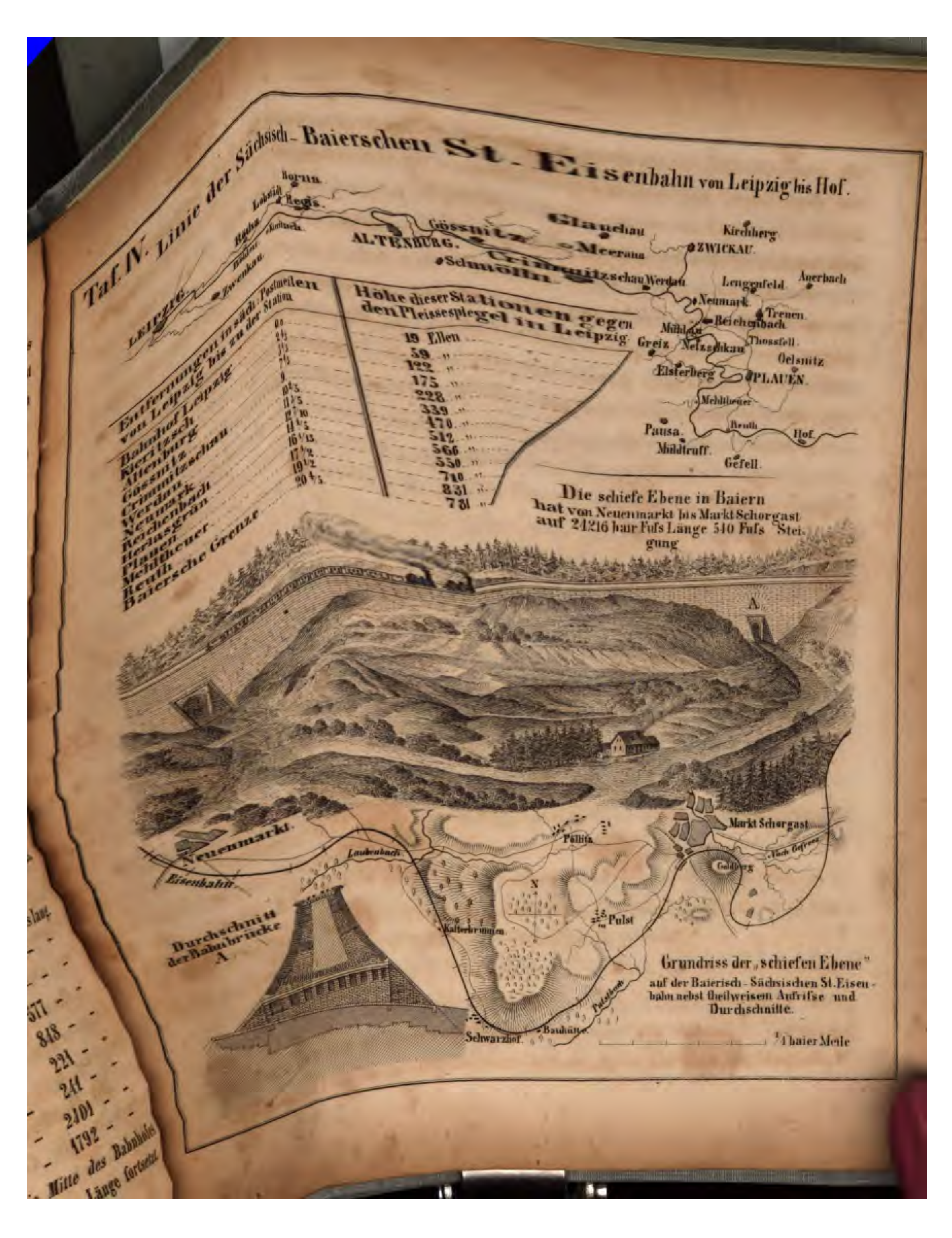
auf	die	Länge	5700	Fuss	in dem	Verhältnisse	wie	1 : 71
„	„	„	8554	„	„ „	„	„	1 : 40
„	„	„	6095	„	„ „	„	„	1 : 40,63
„	„	„	3867	„	„ „	„	„	1 : 40

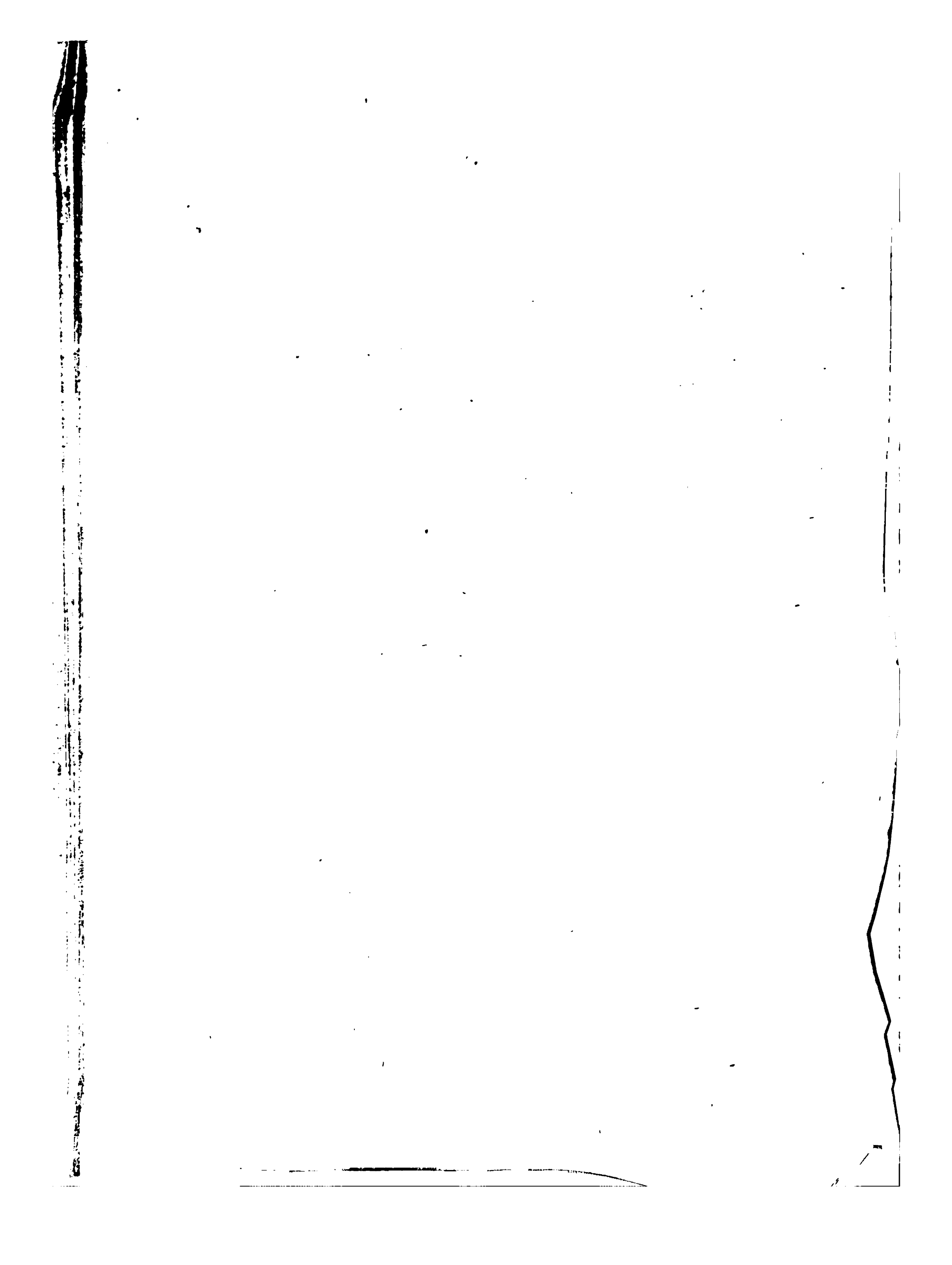
Hieran schliesst sich die 1480 Fuss lange horizontale Bahnstrecke des Stationsplatzes bei Marktschorgast. Auf die erste Länge beträgt die verticale Erhebung 79,38 Fuss, auf die drei übrigen Längen von zusammen 18516 Fuss aber 460,52 Fuss, d. g. auf die letzte Gesammtstrecke eine durchschnittliche Steigung von nahe $2\frac{1}{2}$ pro Cent oder 1 : 40.

Die Curven und geraden Linien der horizontalen Projection enthalten folgende Maasse: Von dem Stationsplatze Neuenmarkt beginnt die Bahn mit einer Curve von

	Radius		Curve		Gerade	
	4000	Fuss Radius	3029	Fuss lang; hierauf folgt eine Gerade,	2582	Fuss lang.
Hierauf eine Curve von	2100	- -	1929	- - - - - - -	4979	- -
- - - - -	2736	- -	1936	- - - - - - -	—	- -
- - - - -	1500	- -	1346	- - - - - - -	577	- -
- - - - -	2000	- -	303	- - - - - - -	848	- -
- - - - -	2000	- -	257	- - - - - - -	221	- -
- - - - -	1500	- -	1456	- - - - - - -	241	- -
- - - - -	1500	- -	734	- - - - - - -	2401	- -
- - - - 2	2000	- -	887	- - - - - - -	1792	- -
u. zuletzt - - -	1000	- -	664	Fuss lang, welche bis in die Mitte des Bahnhofes		

zu Marktschorgast geht, und woran sich eine gerade Bahnlinie von 805 Fuss Länge fortsetzt.


Taf. IV. Linie der Sächsisch - Baierschen St. - Eisenbahn von Leipzig bis Hof.
Entfernungen in sächs. Postmeilen von Leipzig bis zu der Station
Höhe dieser Stationen gegen den Pleissespiegel in Leipzig
Bahnhof Leipzig 0 — 19 Ellen
Kieritzsch 2 4/5 — 59
Altenburg 5 1/5 — 122
Gössnitz 7 1/5 — 175
Crimmitzschau 9 — 228
Werdau 10 2/5 — 339
Neumark 11 1/5 — 470
Reichenbach 12 7/10 — 512
Herlasgrün 14 1/5 — 566
Plauen 16 1/13 — 550
Mehltheuer 17 1/2 — 710
Reuth 19 1/2 — 831
Baiersche Grenze 20 4/5 — 781
Leipzig
Zwenkau
Borna
Lobstädt
Regis
Rötha
Altenburg
Gössnitz
Glauchau
Meerane
Crimmitzschau
Schmölln
Werdau
Kirchberg
Zwickau
Lengenfeld
Auerbach
Neumark
Treuen
Reichenbach
Mühlau
Greiz
Netzschkau
Thossfell
Oelsnitz
Elsterberg
Plauen
Mehltheuer
Pausa
Reuth
Hof
Mühltruff
Gefell
Die schiefe Ebene in Baiern
hat von Neuenmarkt bis Markt Schorgast auf 24216 bair. Fuſs Länge 540 Fuſs Steigung
Neuenmarkt
Eisenbahn
Laubenbach
Pöllitz
Markt Schorgast
Goldberg
Kaltenbrunnen
Pulst
Schwarzhof
Bauhütte
Durchschnitt der Bahnbrücke A
Grundriss der „schiefen Ebene"
auf der Baierisch - Sächsischen St. Eisenbahn nebst theilweisem Aufriſse und Durchschnitte.
1/4 baier Meile
577
848
221
241
2401
1792
Mitte des Bahnhofes
Länge fortsetzt



Nach den oben angegebenen Steigungsverhältnissen lässt sich bemerken, dass überhaupt nur wenige Eisenbahnen eine gleiche oder stärkere Steigung für Locomotivbetrieb, und dann auch immer nur auf kürzere Strecken besitzen. Kleinere Krümmungshalbmesser, als die angeführten, glaubte man der möglichen Gefahr halber umsomehr vermeiden zu müssen, da man die Anwendung von Locomotiven mit beweglichem Vordergestell ausschliessen wollte.

Die erwähnte erste Strecke von 5700 Fuss mit der Steigung 1 auf 71 bot keine Terrainschwierigkeiten. Der darauf, sowie auch auf der ganzen schiefen Ebene für Doppelbahn ausgeführte Eisenbahndamm hat 32 Fuss Kronenbreite. Der erste Theil dieser Strecke ist durch Abtragung von 9 bis 10 Fuss Tiefe, der zweite durch Auftragung von 4 bis 6 Fuss Höhe bis zur Bahnplanie mit mehreren Wegüberfahrten und kleineren Durchlässen für Wiesen-Wässerungs-Canäle und Wassergräben hergestellt.

Um nun von der mit der Steigung 1 auf 40 Fuss beginnenden schiefen Ebene die einzelnen abweichenden Streckenbaue übersichtlicher zu machen, sind die Angaben darüber in tabellarischer Form gemacht, und die zu beschreibenden Durchlässe oder Durchfahrtsbrücken ihrer Aufeinanderfolge nach nummerirt worden. [1])

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke der mit 2½ pr. Ct. aufsteigenden schiefen Ebene von 18516 baiersch. Fuss Länge.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
6000 Fuss Länge liegen, mit Ausnahme eines ganz kurzen Stückes, bis zur grössten senkrechten Pla-	Diese Strecke enthält 3 Bahnbrücken. No. 1 a. Kleine Bahnbrücke von Sandstein über den Laubenbach. No. 1 b. Bahnbrücke von Sandstein mit 12

1) Für diesen Abschnitt ist die vom Sectionsingenieur E. F. A. Preu in der Wiener allgemeinen Bauzeitung 1851 gegebene ausführliche Abhandlung über die schiefe Ebene zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast benutzt worden.

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
niehöhe von 20,2 Fuss im Auftrag.	Fuss lichter Weite und Halbkreisgewölbe über den Kaltenbrunnbach erbaut, sie kann auch als Durchfahrt dienen.
	No. 2. Dergl. mit Sandsteinwiderlagern von 14 Fuss lichter Weite und Balkenüberdeckung zur Durchfahrt und Wasserdurchleitung.
1675 Fuss Bahnstrecke befindet sich auf der linken Seite im Einschnitt, auf der rechten bis zu 12 Fuss Höhe im Auftrag.	No. 3. Kleiner Durchlass.
1000 Fuss als die Länge des ersten Felseneinschnittes in Grauwacken- und harten Thonschiefer ausgeführt. Seine grösste Tiefe, in der Mitte der Doppelbahn gemessen, ist 30 Fuss. Die Felsenwand auf der linken Seite ist höher, als die auf der rechten.	No. 4. Eine über die Bahn führende Brücke für zwei auf der linken Seite vereinigte Waldwege. Die Widerlager von Sandstein sind auf die Felsenwände des Einschnittes gegründet. Ebenso sind auch noch zwei massive steinerne Pfeiler, welche mit den Widerlagern die 80 Fuss lange hölzerne Fahrbahn tragen, 5 Fuss tief unter der Bahnlinie auf Felsen fundirt. Die lichte Weite zwischen den zwei steinernen Pfeilern, welche die Eisenbahn einschliessen, ist 24,5 Fuss und die lichte Höhe über der Bahnplanie 23,5 Fuss.

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
2600 Fuss ist die Länge der grössten nun folgenden Stützmauer auf der rechten Seite, wodurch die grössten Durchlässe geführt sind; letztere gehen auch auf der linken Seite durch Stützmauern, welche drei Thalschluchten, die sogenante schwarze Lache, den Galgenschwengel und den Schützengraben überbauen, und deren resp. Länge 217, 227 und 355 Fuss ist. Die grösste Höhe dieser Stützmauer, senkrecht über dem natürlichen Terrain gemessen, beträgt bei dem Durchlasse No. 5, 6 und 7 resp. 84, 93 und 110 Fuss. Da die Stützmauern nicht senkrecht gehen, sondern sich in concaver Linie nach unten aus-	No. 5, 6 und 7 sind die drei grössten tunnelförmigen Durchlässe der schiefen Ebene. Da deren Construction bis auf die Verschiedenheit der Dimensionen nahe übereinstimmend ist, so verbreiten sich die Angaben hier auch vorzugsweise nur über die grösste dieser drei Wegbrücken, über die mit No. 7 bezeichnete. Da für diese Bahnbrücke kein steigendes, sondern ein horizontal fortgehendes halbkreisförmiges Gewölbe in Anwendung zu bringen war, so musste dieselbe auf der Thalseite beträchtlich höher als auf der Bergseite, auf der letzteren aber immer noch hoch genug werden, um Wägen mit Baumstämmen auf dem durchführenden Waldwege durchbringen zu können. Nachdem nun der Bau bis zum October 1847 soweit vorgeschritten war, dass von der 110 Fuss hohen Stützmauer nur noch eine Höhe von 14 Fuss über dem bereits im August 1846 geschlossenen Gewölbe des Durchlasses No. 7 aufzubauen und zu hinterfüllen war, entdeckte man in dem Sandsteingewölbe mehrere feine Risse, und hatte auch schon zuvor das Lostrennen einzelner kleiner Schalen an den Lager-

[illegible] sich
[illegible]
[illegible] Ja sich
[illegible] durch
[illegible] Durchmass
[illegible] No. 6
[illegible] Brücke
[illegible] und
auf [illegible] 22 Fuss
höhe [illegible] $3\frac{1}{2}$ Fuss
rech [illegible] mit ei-
[illegible] Gewölbe

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
höher als die Bahnplanie liegt, wobei sich die Fläche der Mauer, nach unten mehr erweitert, je näher sie dem natürlichen Terrain kommt. Bei 65 Fuss senkrechter Höhe unterhalb der Bahnlinie geht der Kreisbogen in eine Tangente oder in einmalige Böschung über, mit welcher sich die Stützmauer in den Boden fortsetzt. Der Hauptkörper der Stützmauern ist ein Trockenmauerwerk von Steinen des nahen Felseneinschnittes, und es ist dasselbe an der Aussenseite mit Glimmerschiefer-Bruchsteinen verkleidet, die auf eine Dicke von 4 und 5 Fuss in guten Mörtel versetzt sind. Die oft 1 bis 3 Fuss weit aus dieser Verkleidungs-	von Glimmerschiefer-Bruchsteinen umgeben. Auch hatte man in der über dem Gewölbscheitel aufgebauten Stützmauer in gleichen Zwischenräumen über der Stirne des Sandsteingewölbes drei kreisbogenförmige Gewölbe aus Glimmerschiefer - Bruchsteinen hergestellt, um den Druck auf den vordern Theil und namentlich auf das Stirngesimse des unteren Hauptgewölbes zu vermindern. In Folge des obenangedeuteten Vorfalles erhielt nun das 112 Fuss lange Sandsteingewölbe eine Unterwölbung von 11 massiven Granitrippen von 5 Fuss Breite und $3\frac{1}{2}$ Fuss Dicke, welche sich unter der Kämpferlinie als Widerlagsmauern in der Art fortsetzen, dass ihre grossen Quadern nach rechts und links in die zwischenliegende Sandsteinmauer eingreifen. Die Granitverkleidung der Widerlager ist an der Kämpferlinie $3\frac{1}{2}$ Fuss dick und von da ab für die Widerlagsmauern eine Dossirung von 1:10 genommen, so dass an den 22 Fuss unter der Kämpferlinie liegenden Lagerfugen die Verkleidung 5,7 Fuss dick ist. Zu dieser Unterwölbung und Verkleidung wurden nur grosse Granitsteine verwendet

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.

breiten, (s. Durchschnitt der Bahnbrücke A auf Taf. IV), so ist die grösste, am Durchschnitte No. 7 oder A auf Taf. IV gemessene äussere Krümmungslinie von der Bahnplanie bis zum Fundamente 152 Fuss.

Die Herstellung der Aufdämmung mittelst derartiger Stützmauern zog man der Sicherheit und der Kostenersparniss halber einem Erddamme mit Böschungen vor. Auf der schiefen Ebene wurden im Ganzen 6350 laufende Fuss Stützmauern mit concaver Form nach aussen ausgeführt. Von den Kanten der 32 Fuss breiten Dammkrone sind die Stützmauern abwärts nach einem Kreisbogen von 140 Fuss Radius geformt, dessen Mittelpunct 33 Fuss

Maasse der Durchlassbrücken und Beschaffenheit des Baues.

fugen der Widerlagsmauern wahrgenommen. Diese feinen Risse erweiterten sich allmählig, da eingesteckte kleine eiserne Keile bald herausfielen; auch nahmen die Aussprengungen an den Sandsteinquadern der Widerlager zu, und mehrere Quadern an deren Verkleidung waren zerdrückt. Da sich dieses Ereigniss nur als Folge des durch den vorschreitenden Bau der Stützmauer grösser werdenden Druckes ansehen liess, so wurde der Bau der beim Durchlass No. 7 bereits bis 60 Fuss, bei dem No. 6 bis 41 Fuss über den Gewölbscheitel gehenden Stützmauer sogleich ausgesetzt.

Um nun mit aller Sicherheit der sich von der vollendeten Stützmauer auf diese Bahnbrücken äussernden Belastung zu begegnen, beschloss man eine Granituntermauerung der ersten Sandsteingewölbe und Granitverkleidung der Widerlagsmauern.

Die ganz aus Sandstein erbaute Brücke No. 7 hatte nach ihrer ursprünglichen Vollendung eine lichte Weite von 24 Fuss und an der Thalseite die Scheitelhöhe 33 Fuss über dem natürlichen Terrain. Das $3\frac{1}{2}$ Fuss dicke Sandsteingewölbe wurde noch von einem zweiten 5 bis 6 Fuss dicken Gewölbe

höher als die Bahnplanie liegt, wobei sich die Fläche der Mauer, nach unten immer mehr erweitert, je näher sie dem natürlichen Terrain kommt.

Bei 65 Fuss senkrechter Höhe unterhalb der Bahnplanie geht der Kreisbogen in eine Tangente oder in einmalige Böschung über, mit welcher sich die Stützmauer in den Boden fortsetzt.

Der Hauptkörper der Stützmauern ist ein Trockenmauerwerk von Steinen des nahen Felseneinschnittes, und es ist dasselbe an der Aussenseite mit Glimmerschiefer-Bruchsteinen verkleidet, die auf eine Dicke von 4 und 5 Fuss in guten Mörtel versetzt sind.

Die oft 1 bis 3 Fuss weit aus dieser Verkleidungs-

von Glimmerschiefer-Bruchsteinen umge…

Auch hatte man in der über dem Gewö… scheitel aufgebauten Stützmauer in gleich… Zwischenräumen über der Stirne des San… steingewölbes drei kreisbogenförmige Gewölbe aus Glimmerschiefer — Bruchsteinen hergestellt, um den Druck auf den vordern Theil und namentlich auf das Stirngesimse des unteren Hauptgewölbes zu vermindern.

In Folge des obenangedeuteten Vorfalles erhielt nun das 112 Fuss lange Sandsteingewölbe eine Unterwölbung von 11 massiven Granitrippen von 5 Fuss Breite und 3½ Fuss Dicke, welche sich unter der Kämpferlinie als Widerlagsmauern in der Art fortsetzen, dass ihre grossen Quadern nach rechts und links in die zwischenliegende Sandsteinmauer eingreifen.

Die Granitverkleidung der Widerlager ist an der Kämpferlinie 3½ Fuss dick und von da ab für die Widerlagsmauern eine Dossirung von 1:10 genommen, so dass an den 22 Fuss unter der Kämpferlinie liegenden Lagerfugen die Verkleidung 5,7 Fuss dick ist.

Zu dieser Unterwölbung und Verkleidung wurden nur grosse Granitsteine verwendet

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
mauer hervorstehenden Glimmerschiefer-Blöcke geben dem Gemäuer ein gigantisches Ansehen. Die ganze Dicke der Stützmauern, Mörtel- und Trockenmauerwerk zusammen, beträgt an der Bahnplanie 7 Fuss und verstärkt sich nach abwärts immer mehr, so dass z. B. in der senkrechten Tiefe von 100 Fuss unter der Bahnplanie die Mauerdicke 40 Fuss beträgt. Die Mauersteine sind senkrecht gegen die concave Aussenseite geschichtet. Die Gründung ist mit grosser Sorgfalt und weit unter dem natürlichen Terrain auf Felsen geschehen, welcher so ausgespitzt wurde, dass die Mittelkraft des Druckes von der Belastung auf	Bei jeder Granitrippe wechseln Gewölbsteine von 54 und 27 Cubic-Fuss Grösse ab, so dass immer zwei Gewölbsteine von 27 Cubic-Fuss auf einen von 54 Cubic-Fuss kommen. Der Schlussstein besteht aus 2 Stücken von 27 Cubic-Fuss, um jede Hälfte desselben von jeder Seite der Rippe eintreiben zu können. Zwischen die Sand- und Granitsteine der Gewölbe wurden schlanke eiserne Keile fest eingezwängt, und etwaige Zwischenräume mit hartem Schiefer und Mörtel gut ausgefüllt. Die Räume zwischen den Granitrippen sind mit hartgebrannten Ziegelsteinen ausgemauert, und es springt die äussere Wölbfläche der letzteren $\frac{1}{2}$ Fuss gegen die der Granitrippen zurück. Diese Ausmauerung aus drei Lagen von Ziegelsteinen wurde mit der grössten Genauigkeit auf die Weise vorgenommen, dass die oberste, sich an das Sandsteingewölbe anschliessende Backsteinrippe zuerst, darauf die mittlere und dann die unterste zum Schlusse kam, und dabei der letzte Schlussziegelstein jedesmal von unten nach oben gut eingetrieben und die ganze Mauer mit Cementmörtel hergestellt wurde. Das Fundament der Granitverklei

Verschiedenheit und Herstel-
lung der Bahnstrecke.
die Basis des Felsens
senkrecht gerichtet ist.
Die Gründung besteht
schweg aus Mörtel-
durchwerk, wozu man
mauern des eindringenden
wegen des schwarzen hy-
Wassers Kalk ver-
Waulischen vielfach ange-
drandete, und durch bei-
wendete, Stützmauern
breitige durchgehende Sicker-
derdurchgehende Sicker-
hindern bewirken die Ent-
dohlen des inneren
wässerung Dammkörpers, welcher
zwischen allen Stütz-
mauern aus Steinschot-
ter besteht, der sich von
dem Felsenausbruche der
nahen Einschnitte ergab.

Die Stützmauern sind
mit grossen Sandstein-
quadern abgedeckt, wel-
che längs der Schienen-
lage eine 1¾ Fuss hohe
und 6 Fuss breite fort-

Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenhei des Baues.

dung ist aus Glimmerschieferblöcken mit hydraulischem Kalk auf hartem Felsen aufgemauert.

Zwei gusseiserne Kränze, welche 1½ Fuss breit, ¼ Fuss dick und aus 11 Ankerplatten (Ringstücken) zusammengesetzt sind, überdecken auf den Stirnseiten die halbkreisförmigen Fugen zwischen dem Sandstein- und Granitgewölbe in der Weise, dass die Ankerplatten mit der einen Hälfte ihrer Breite die Stirnseite des Sandstein-, mit der andern die des Granitgewölbes umschliessen. Durch halb im Sandsteingewölbe, halb in der Granitverkleidung eingehauene enge cylindrische Höhlungen gehen 22 starke Ankerbolzen. Je zwei dieser Bolzen verbinden auch zwei Ankerplatten an den Stirnseiten, und sämmtliche Bolzen die beiden Kränze, so dass auf diese Art das ganze Gewölbe der Länge nach fest vereinigt und einem etwaigen Seitenschube begegnet wird. Wegen der Länge des Gewölbes von 112 Fuss besteht ein solcher Ankerbolzen aus drei gleichen Stücken, welche sich vermittelst starker Schraubenmuttern mit Links- und Rechtsgewinde vereinigen liessen. Durch Umdrehung dieser Muttern konnten die Bol-

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
laufende Steinbank bilden. Zu sämmtlichen Stützmauern der schiefen Ebene waren 3607500 Cubicfuss Mauerwerk erforderlich und zwar: 1622000 Cubicfuss Mörtelmauerwerk und 1985500 Cubicfuss Trokkenmauerwerk.	zenstücke nach dem Einlegen und folglich auch die Ankerplatten fest zusammengezogen werden. In ähnlicher Weise wie diese Untermauerung und Verkleidung des Sandsteingewölbes und der Widerlagsmauern durch Granitrippen, Ziegel- und Bruchsteinmauer bei dem grössten Durchlass Nro. 7 stattfand, wurde sie auch an den Durchfahrten No. 6 und 5 ausgeführt, da der wachsende Druck der Stützmauer auch hieran dieselben Erscheinungen wahrnehmen liess. Der Durchlass No. 6 hatte früher eine lichte Weite von 20 Fuss zwischen den 59,3 Fuss langen Sandsteinwiderlagern. Jetzt ist die lichte Weite zwischen der Kämpferlinie der Granitverkleidung 13 Fuss, und letztere verstärkt sich gegen den Boden durch eine Dossirung von 1 : 10. Die Dicke des Sandsteingewölbes ist 3 Fuss und zu der Widerlagsdicke von 8 bis 9 Fuss kommt noch die Verstärkung durch Trockengemäuer. Die sechs 5 Fuss breiten Granitrippen sind 3½ Fuss dick. Auch hier sind wie bei No. 7 und 5 die Räume zwischen den Granitrippen mit Ziegelsteingewölben ausgefüllt. Auch die Verbindung der zwei

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
Der nun folgende 1000 Fuss lange Felseneinschnitt in Grauwacken- und Grünsteinschiefer und Hornblende ist der grösste der schiefen Ebene. Seine grösste Tiefe, in der Mitte der Bahnachse gemessen, ist 75 Fuss.	an den Stirnseiten vorgelegten, und aus gusseisernen Ankerplatten bestehenden, Stirnkränze durch 18 Ankerbolzen geschah wie bei No. 7. Der noch kleinere Durchlass No. 5 hatte 10 Fuss lichte Weite bei der 71 Fuss langen Oeffnung. Die Dicke des halbkreisförmigen Sandsteingewölbes ist 3 Fuss und die der Widerlagsmauer 6 Fuss. Die einfache Granitverkleidung durch 7 Rippen von 2½ Fuss Dicke und 5 Fuss Breite setzt sich unter der Kämpferlinie in senkrecht stehende Wände fort. Die lichte Weite dieses Durchlasses ist demnach jetzt 5 Fuss und noch hinreichend, um Baumstämme aus der dahinter liegenden Waldschlucht durchbringen zu können. Die Durchlässe No. 8 und 9 sind von Sandstein erbaut, haben gleiche Construction und dienen zur Ableitung des Sammelwassers der Bergleite linker Seits. Sie haben eine lichte Weite von 3 Fuss und eine lichte Höhe von 11 bis 15 Fuss. Decke und Boden steigen treppenförmig und der letztere schliesst sich nach 7 Abstufungen dem natürlichen Terrain an.

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
Bei einer Neigung des natürlichen Terrains von 28 bis 30 Grad gegen den Horizont hat die rechte Felsenwand 42 und die linke 95 Fuss Höhe über der Bahnplanie. Die Böschung der Felsenwände ist eine halbmalige, die der darüber liegenden Schichten mit Steingerölle eine 1½ und 2malige. Die Härte des Felsens und das häufige Vorkommen von Wasseradern erschwerte die Arbeit des Sprengens, welches für die schiefe Ebene und die Baugruben zu ohngefähr 4 Millionen Cubicfuss Felsen nahe 1100 Centner Schiesspulver erheischte. Man fand es weit vortheilhafter, anstatt der anfänglich zum Sprengen benutzten kleineren Bohrlöcher von 0,12 Fuss Weite und 2 Fuss Tiefe, grössere von 2 bis 3 Zoll Weite und 4 bis 5 Fuss Tiefe anzuwenden. In diese wurde der 4 Pfund haltende Pulversatz in eine Patrone von dünner Pappe eingesetzt, und mittelst sogenannter Patent- oder Sicherheitszünder aus der Fabrik von Bickford und Comp. bei Meissen entzündet. Ueber der Patrone wurde das Bohrloch um den Zünder herum mit Ziegelmehl und Sand oder Lehm ausgefüllt. Dieses Verfahren sowie auch die Zünder bewährten sich vollkommen. Die auf der rechten Seite	

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
1623 Fuss lange Stützmauer hat über dem natürlichen Terrain die grösste Höhe 46 Fuss. Auf der linken Seite ist die Länge dieser Stützmauer 223 Fuss und deren grösste Höhe 53 Fuss.	No. 10. Eine Durchfahrt von Sandstein von 20 Fuss lichter Weite, wovon 12 Fuss für den Fahrweg von Pulst nach Himmelkron, und 8 Fuss für den kleinen Pulstbach bestimmt sind. Die Widerlagsmauern sind $40\frac{1}{2}$ Fuss lang, 10 bis 11 Fuss dick und noch durch Trockengemäuer verstärkt. Die Scheitelhöhe des Halbkreisgewölbes ist 24 Fuss unter der Bahnplanie und 22 Fuss über der Wegsohle und die Gründung 9 Fuss tief auf festem Felsen.
700 Fuss langer Felsen-Einschnitt in Thonschiefer- u. Hornblendefelsen. Die grösste Höhe der $\frac{1}{2}$maligen Böschung beträgt auf der linken Seite 45, auf der rechten 18 Fuss über der Bahnplanie.	
Durch Stützmauern von 568 Fuss Länge auf der rechten und 412 Fuss Länge auf der linken Seite wird der nun folgende Bahndamm eingeschlossen, welcher	No. 11. Durchlass mit halbkreisförmigen, 2 Fuss dickem Gewölbe von Sandstein von 10 Fuss lichter Weite für das unter der Mitte dieser Stützmauern durchfliesende Grundbächlein. Die Höhe des Scheitels ist 14 Fuss über dem natürlichen Terrain

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
das sich nach links verbreitende Thal überschreitet. Die grösste Höhe der Stützmauer ist 35 Fuss. Der nun folgende Felseneinschnitt von 900 Fuss Länge mit einer Felsenwand auf der rechten Seite, deren grösste Höhe 30 Fuss ist, wird durch einen	und 22 Fuss unter der Bahnplanie. Die Gründung ist 12 Fuss tief auf festem Felsen.
300 Fuss langen Damm unterbrochen, der mit 10 Fuss grösster Höhe im Auftrag liegt, und setzt sich der erstere noch auf 600 Fuss Länge fort, wobei die grösste Höhe der rechtseitigen Felsenwand 18 Fuss ist. Endlich folgt noch die Länge von 1550 Fuss, wovon	No. 12. Kascadenartig gebauter Durchlass von 3 Fuss lichter Weite und 4 bis 8 Fuss lichter Höhe.
1150 Fuss einen Doppelbahndamm mit	No. 13. Durchlass von Sandstein mit Halbkreisgewölbe über die 14 Fuss weite Oeff-

Verschiedenheit und Herstellung der Bahnstrecke.	Maasse der Durchlass-Brücken und Beschaffenheit des Baues.
zweimaliger Böschung mit Auftrage der Höhe 26 Fuss im grössten Einschnitten, wogegen erheischten die letzten noch im 400 Fuss liegen, des- sen Tiefe am Brech- ungspuncte der horizon- talen Bahnhofsplanie in Marktschorgast 7 Fuss ist.	nung für den Weg von Himmelkron nach Marktschorgast und für das Regen- und Quellwasser, welches mittelst eines kleinen Canales unter dem Fahrwege der Brücke abgeleitet wird. Der Scheitel des $2\frac{1}{2}$ Fuss dicken Gewölbes liegt 5 Fuss unter der Bahnplanie und 21 Fuss über dem durchgehenden Wege. Die Dicke der Widerlager ist $6\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Fuss, und es sind dieselben, wie bei allen Kunstbauten der schiefen Ebene, durch Trockengemäuer verstärkt. Die 10 Fuss tiefe Gründung musste auf Pfahlrost geschehen. Die senkrecht zur Bahnachse stehenden Böschungsflügel haben 20 Fuss Entfernung im Lichten.

Es folgen nun noch Bemerkungen über den Bahnoberbau und den Locomotivbetrieb auf der schiefen Ebene.

Auf der ganzen Strecke zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast liegt Doppelgeleis, und davon ist je eins für die auf- und für die abwärts gehenden Züge bestimmt. Von Mittel zu Mittel der Schienen gemessen beträgt die Spurweite 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll englisches Maass oder 5,099 baiersche Fuss. Der Schienenquerschnitt hat 3,65 baiersche Quadratzoll und die doppelte T Form, so dass jede Querrippe zur Kopfseite genommen werden kann. Die Schienen besitzen an den Enden Lappen von 0,16 Fuss Länge und der halben Schienenbreite so dass sich die letzteren durch Ueberdecken zur vollständigen Breite ergänzen. Diese Schienen sind von J. Cockerill in Seraing

aus englischem Eisen No. 3 in zwei verschiedenen Längen bei übrigens gleicher Form geliefert worden. Die längeren Schienen haben von Mitte zu Mitte der Lappen 17,34 baiersche Fuss und eine davon wiegt 223 baiersche Pfund; die kürzeren, für die Curven verwendeten, haben $14\frac{1}{2}$ Fuss Länge und 187 Pfund Gewicht.

Die Stühle zur Unterstützung und Befestigung der Schienen innerhalb ihrer Enden sind etwas kleiner als die bei den Stossverbindungen; ein Schienenstuhl der ersten Art wiegt $15\frac{7}{8}$, einer für die Unterstützung der Schienenenden aber $20\frac{5}{8}$ baiersche Pfund.

Auch die Unterlage der Schienenstühle ist verschieden. Auf der ersten, 5700 Fuss langen Strecke von Neuenmarkt mit der Steigung 1 zu 71 steht jeder Stuhl auf einem Sandsteinquader von 2,2 Fuss in Quadrat und 1,1 Fuss Höhe, und ist mit eisernen Nägeln befestiget, die in die Ausfütterung der Diebellöcher von Eichenholz eingetrieben sind, nachdem man zuvor eine getheerte Filztafel zwischen die Stuhl- und Steinfläche einlegte. Jede 17,34 Fuss lange Schiene erhielt hier 5 Unterstützungspunkte in folgenden Entfernungen von den Enden und von einander:

$$2{,}73 + 3{,}15 + 3{,}15 + 3{,}15 + 3{,}15 + 2{,}73 = 17{,}34 \text{ Fuss.}$$

Auf der 18516 Fuss langen Strecke der schiefen Ebene mit der Steigung 1 zu 40 sind die Schienenstühle auf eichenen Querschwellen befestiget und zwar immer zwei der Stühle auf einer Schwelle. Die beiden Schienengeleise sind im Lichten 6,9 Fuss, von Mitte zu Mitte 12 Fuss von einander entfernt.

Der auf dieser Strecke gebrauchten schweren Vorspannmaschinen und des beim Abwärtsfahren fortwährend nöthigen Bremsens halber hat jede 17,34 Fuss lange Schiene 6 Unterstützungspunkte in folgenden Entfernungen von den Enden und von einander erhalten:

$$1{,}845 + 2{,}40 + 2{,}95 + 2{,}95 + 2{,}95 + 2{,}40 + 1{,}845 = 17{,}34 \text{ Fuss.}$$

Die eichenen Querschwellen an diesen Unterstützungspunkten haben 9 Fuss Länge und 0,48 Quadratfuss Querschnitt, die an den Schienenstössen oder die Stossschwellen bei gleicher Länge 0,66 Quadratfuss Querschnitt.

Man gebraucht dreierlei Arten von Locomotiven für den Bahnbetrieb auf der schiefen Ebene. Vierräderige, sechsräderige und die stärkeren Vorspann- oder Schleppmaschinen (Remorquers). Bei den ersten sind 2, bei den folgenden 3 Räderpaare gekuppelt.

Je nachdem kleinere oder grössere Personenzüge vorkommen, wird eine vier- oder sechsräderige Locomotive allein, d. h. ohne Vorspann benutzt, bei schweren Zügen und besonders bei Güterzügen aber ausserdem noch eine von den stärkeren Schleppmaschinen vorgespannt. In der Regel wird aber die schiefe Ebene mit Locomotiven von 20 Tonnen Gewicht befahren. Dieselben sind sechsräderig, haben 4 gekuppelte Triebräder von 4½ engl. Fuss Durchmesser, 24 Zoll Kolbenhub und 14 Zoll Cylinderdurchmesser.

Gewöhnlich sind 5 Vorspannmaschinen in Neuenmarkt stationirt; sie sind aus der Maffei'schen Maschinenwerkstatt in München und heissen: Behaim, Scharrer, Leibnitz, Saale und Schneeberg.

Diese Schleppmaschinen haben bei gefülltem Kessel ein Gewicht von 24 Tonnen, 6 gekuppelte Räder von 3½ engl. Fuss Durchmesser 24 Zoll Kolbenhub und 16 Zoll Cylinderdurchmesser; sie arbeiten mit einer Dampfspannung von 5 Atmosphären über den äusseren Luftdruck, haben 860 Quadratfuss Heizfläche und besitzen über dem Röhrenkessel einen zweiten Wasserbehälter von 60 Cubicfuss Inhalt, der dann gefüllt wird, wenn bei ungünstiger Beschaffenheit der Schienenoberfläche, z. B. bei feuchtem Wetter, eine Vergrösserung des Druckes zur Verstärkung des Reibungswiderstandes nothwendig werden sollte.

Alle hier im Gebrauch befindlichen Locomotiven sind nach den besten Constructionen erbaut und mit der sehr vortheilhaften Einrichtung der veränderlichen Expansion versehen. Bei den im October 1848 gemachten Probefahrten zeigten diese Maschinen folgende Leistungen.

Eine mit dem Tender 30 Tonnen wiegende Locomotive zog eine Brutto-Last von 70 Tonnen auf die 24216 baiersche Fuss haltende Wegstrecke von Neuenmarkt nach Marktschorgast, und demnach mit einer Geschwindigkeit von 1,9 deutsche Meilen in einer Stunde und dabei auf die Höhe von 539,9 Fuss. Es wurden hierbei 75 Cubicfuss Wasser verdampft.

Eine der ebenbeschriebenen sechsräderigen Schleppmaschinen zog 110 Tonnen Brutto-Last auf dieselbe Wegelänge bergauf in 29 Minuten und verdampfte dabei 85 Cubicfuss Wasser.

Eine vierräderige Locomotive mit einer sechsräderigen Vorspannmaschine verbunden, beide von der ebenbeschriebenen Art, zogen in dem einen Falle 85 Tonnen Brutto-Ladung in 16 Minuten, ein andermal 180 Tonnen Brutto-Ladung in 37 Minuten von Neuenmarkt nach Marktschorgast, woraus die Geschwindigkeit 3,75 und 1,62 deutsche Meilen in der Stunde folgt. Die erste Maschine verdampfte dabei 70, die Schleppmaschine 89 Cubic-Fuss Wasser.

In der Regel beträgt aber die Ladung für eine vierräderige Locomotive mit Vorspannmaschine bei Personenzügen höchstens 125 Tonnen Brutto-Last mit 2,4 Meilen Geschwindigkeit, bei Güterzügen höchstens 150 Tonnen Brutto-Last mit 2 Meilen Geschwindigkeit per Stunde für die Bergfahrt.

Bei dem Bergabfahren wird der Dampf meist ganz abgesperrt und durch Bremsen der Beschleunigung und zunehmenden Geschwindigkeit begegnet, mit welcher sich der Wagenzug ausserdem bewegen würde, oder es kann auch Rückdampf gegeben, d. h. die Wirkung des Dampfes zum Rückwärtsbewegen der Triebräder benutzt werden. Durch Rückdampf konnte die Maschine Scharrer bei einer Herabfahrt, nachdem sie eine Geschwindigkeit von 6 Wegstunden in der Stunde erlangt hatte, innerhalb der Entfernung von 200 Fuss angehalten werden.



